Aus der Orthopädischen Klinik der Universität Düsseldorf
DIREKTOR: PROF. DR. K.-P. SCHULITZ

RÖNTGENOLOGISCHE BEWERTUNG DER MORPHOLOGIE VON PATELLA UND FOSSA INTERCONDYLOIDEA ALS PRÄDISPONIERENDE FAKTOREN FÜR EINE ARTHROSIS PATELLAE

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von
Martin Kleine
Dirk Specht

1983

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535714_0029

Aus der Orthopädischen Klinik der Universität Düsseldorf
DIREKTOR: PROF. DR. K.-P. SCHULITZ

RÖNTGENOLOGISCHE BEWERTUNG DER MORPHOLOGIE VON PATELLA UND FOSSA INTERCONDYLOIDEA ALS PRÄDISPONIERENDE FAKTOREN FÜR EINE ARTHROSIS PATELLAE

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Martin Kleine

Dirk Specht

1983

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf
gez. : Prof.Dr. H. Th.Brüster

Referent
gez.: Prof.Dr.K.P. Schulitz

Korreferent
gez.: Priv.-Doz.Dr.H.J. Cüppers

INHALTSVERZEICHNIS

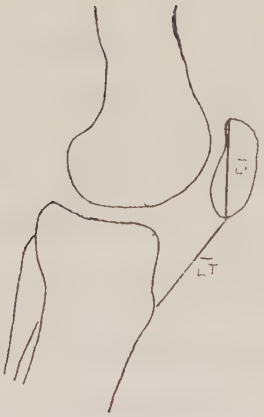
I.	EINLEITUNG		
	A	Problemstellung	3
	B	Anatomie und Funktion der Patella	10
	C	Arthrosis patellae	15
	C	Therapie	29
II.	MATERIAL UND METHODE		35
III.	ERGEBNISSE		47
IV.	DISKUSSION		64
V.	ZUSAMMENFASSUNG		81
VI.	TABELLARISCHER ANHANG		85
VII.	LITERATURVERZEICHNIS		97

Problemstellung

Erkrankungen des Kniegelenkes nehmen in der Orthopädie einen großen Bereich in Anspruch. Unter diesen Kniegelenkserkrankungen wiederum sind arthrotische Veränderungen einzelner bzw. mehrerer Gelenkflächen auffallend häufig zu finden. Eine dieser Erkrankungen ist die arthrotische Deformation der Patellarückfläche, die Retropatellararthrose. Obwohl dieses Krankheitsbild bei sonst unauffälligem Kniegelenk relativ selten ist, hat die Arthrosis patellae doch eine sehr entscheidende Bedeutung für die Panarthrosen des Kniegelenkes, bei denen mehrere Gelenkflächen arthrotisch verändert sind. W. Mohing stellt diese Sonderstellung der Retropatellararthrose vor allem deshalb heraus, da die Kniearthrosen häufig an der Patellarückfläche beginnen. Zu diesem Ergebnis sind außer W. Mohing auch H. Gruether, J. Heine und G. Schallock gekommen. Demnach haben sich Panarthrosen des Kniegelenkes in der Regel aus Retropatellararthrosen entwickelt. Bezüglich der Ätiologie der Arthrosis patellae sind aber sicher noch viele Fragen offen. Als ätiologische Faktoren nennt W. Mohing vor allem Entzündungen des Kniegelenkes, posttraumatische Durchblutungsstörungen einschl. des Sudecksyndroms. Neben diesen genannten Erkrankungen werden noch eine ganze Reihe anderer Gegebenheiten als prädisponierende Faktoren für die Patellaarthrose diskutiert (siehe Kapitel: Die Arthrosis patellae).

Ein Aspekt ist besonders kontrovers beurteilt worden. Hierbei handelt es sich um die Frage, inwieweit die Form der Patella eine Arthrosis patellae begünstigt bzw. verursacht. Wiberg hat 1941 in einer Studie festgestellt, daß zwischen Patellaformen und Retropatellararthrosen bzw. Chondropathien der Patella, also Erkrankungen im retropatellaren Bereich, gewisse Zusammenhänge bestehen. Für seine Untersuchungen hat Wiberg die Patellaformen in drei Typen eingeteilt und festgestellt, daß eine Patellaform signifikant häufig bei derart befallenen Kniegelenken vorgekommen ist. Autoren wie Ficat, Geschwend und Baumgartl haben diese Einteilung erweitert. Sie schreiben anderen Patellaformen als Wiberg eine prädisponierende Funktion für die Ausbildung von Arthrosen bzw. Chondropathien zu.
Outerbridge wiederum kommt zu dem Ergebnis, daß die Patellaform keinen entscheidenden Einfluß auf diese Erkrankungen der Kniescheibe hat.
Intention dieser Arbeit ist es, anhand von Röntgenbildern zu untersuchen, inwieweit morphologische und topographische Gegebenheiten entscheidenden Einfluß auf die Entstehung einer Arthrosis patellae haben.
Bei den morphologischen Besonderheiten der Patella und der Femurkondylen haben wir uns vor allem an den Messungen von Ficat und Bizou orientiert, die an Tangentialaufnahmen des Kniegelenkes als Parameter Patellaindex, Patellatiefenindex, Patellaöffnungswinkel, Tiefenindex des Patellagleitlagers und Femuröffnungswinkel angegeben haben. Außerdem haben wir die Patellen

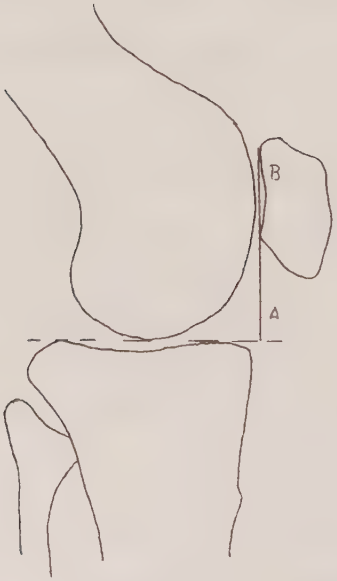
der untersuchten Kniegelenke in die drei Typen nach Wiberg eingeteilt. Zur Beurteilung der topographischen Beziehungen zwischen Patella und Femurkondylen haben wir sowohl Lateralaufnahmen als auch Tangentialaufnahmen des Kniegelenkes ausgewertet. Durch diese beiden Röntgentechniken sind somit die räumlichen Beziehungen zwischen Patella und Femur hinreichend dargestellt. Als Parameter zur Beschreibung der Topographie dienen der Patellastand (nach Insall und Salvati (Abb. 1) bzw. nach Blackburne und Peel (Abb. 2) in der Sagittalebene und der Merchant-Winkel in der Horizontalebene. (Abb. 5)



$\overline{LP}$ $\hat{=}$ Strecke vom oberen zum unteren Patellapol

$\overline{LT}$ $\hat{=}$ Länge der Patellasehne

Abb. 1: Die Bestimmung des Patellastandes nach der Methode von J. Insall und E. Salvati

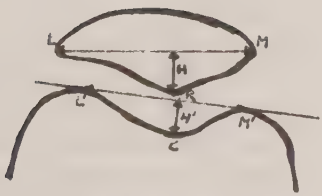


A $\hat{=}$ Die Länge des Lotes auf das Tibiaplateau vom unteren Pol der Gelenkfläche der Patella

B $\hat{=}$ Die gradlinige Verbindung des oberen Pols der Gelenkfläche der Patella zum unteren Pol der Gelenkfläche der Patella (= Länge der Patellagelenkfläche)

Abb. 2: Die Bestimmung des Patellastandes nach J.S. Blackburne und T.E. Peel

Abb. 3: Die Technik der tangentialen Röntgenaufnahmen des Kniegelenkes (Beugewinkel: 30°)



L $\hat{=}$ Lateraler Patellapol

M $\hat{=}$ Medialer Patellapol

R $\hat{=}$ Tiefster Punkt der Patella

L' $\hat{=}$ Prominentester Punkt des lateralen Femurkondylus

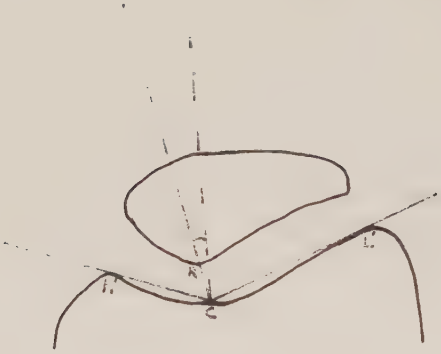
M' $\hat{=}$ Prominentester Punkt des medialen Femurkondylus

C $\hat{=}$ Tiefster Punkt des Patellagleitlagers

H $\hat{=}$ Lot vom tiefsten Punkt der Patella auf $\overline{LM}$

H' $\hat{=}$ Lot vom tiefsten Punkt des Patellagleitlagers auf $\overline{L'M'}$

Abb. 4: Die Beziehungen zwischen Patella und Femurkondylen dargestellt im tangentialen Strahlengang (nach Ficat und Bizou)



R ≙ Tiefster Punkt der Patella

L' ≙ Prominentester Punkt des lateralen Femurkondylus

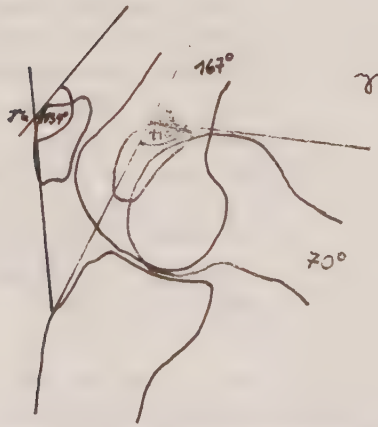
C ≙ Tiefster Punkt des Patellagleitlagers

M' ≙ Prominentester Punkt des medialen Femurkondylus

1. Strahl (gestrichelte Linie) ≙ Winkelhalbierende des Winkels L'CM'.

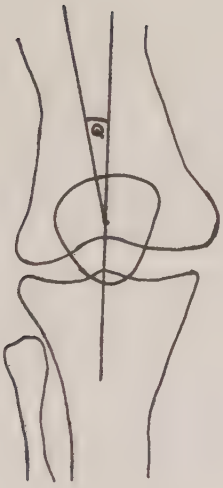
2. Strahl (durchgezeichnete Linie) ≙ Strahl durch C und R

Abb. 5: Die Bestimmung des Merchant-Winkels



γ ≙ Projektion des Winkels zwischen der Zugrichtung des M.quadriceps femoris und dem Ligamentum patellae auf die Sagittalebene (134° bzw. 110°) 167° bzw. 70° = Beugewinkel zwischen Femur und Tibia

Abb. 6: Die Bestimmung des Winkels γ



Q = Projektion des Winkels zwischen der Zugrichtung des M quadriceps femoris und der Patellasehne auf die Frontalebene

Abb. 7: Die Bestimmung des Winkels Q

Anatomie und Funktion der Patella

Die Patella ist eine abgeplattete, dreieckige Knochenscheibe, deren Spitze, Apex patellae, nach distal gerichtet ist. Die mit Knorpel überzogene Gelenkfläche, Facies articularis, ist durch eine senkrechte, leichte Erhebung in zwei ungleiche Felder geteilt, von denen das äußere in der Regel größer ist.

Wiberg unterteilte die Kniescheiben nach ihrer Form in drei Gruppen, wobei beim Wiberg Typ I die Crista zwischen medialer und lateraler Facette noch in der Mitte der Patella liegt, während sie beim Wiberg Typ II deutlich nach medial rückt und bei Wiberg Typ III praktisch die mediale Begrenzung der Patella erreicht, so daß die mediale Facette zur lateralen fast in einem rechten Winkel steht. Beurteilt man die Typen I - III nach dem Patella-Öffnungswinkel von Ficat und Bizou, so mißt dieser beim Typ I 120° - 140°, beim Typ II 110° - 120° und beim Typ III 90° - 110° (Abb. 8a, b, c).

Die Höheneinstellung der Kniescheibe ist durch die unveränderliche Länge des Ligamentum patellae und durch die jeweilige Gelenkstellung gegeben. Bei Bewegungen des Kniegelenkes gleitet die Kniescheibe auf den Femurkondylen. Dabei beträgt der Stellungsunterschied zwischen maximaler Beugung und voller Streckung, gemessen am Kondylenmassiv, zwischen 5

und 7 cm. Bei voller Streckung artikulieren die unter der Kniescheibenquerleiste gelegenen Facettenanteile mit dem Oberschenkel, bei voller Beugung die oberen Facettenanteile. Der Artikulationswechsel zwischen oberen und unteren Facettenabschnitten tritt bei einer Beugung von 15° bis 20° ein. Bei einer Beugung von 90° ist die Kniescheibe in die Vertiefung zwischen Tibiakopf und Oberschenkelknorren eingesunken und berührt bei maximaler Beugung Anteile der letzteren, welche bei geringeren Beugestellungen mit den Zwischenscheiben und mit dem Schienbeinkopf artikulieren.

Mit zunehmendem Beugegrad des Kniegelenkes nehmen die Berührungsflächen zwischen Patella und Femurkondylen an Größe ab, und unterhalb ca. 110° beginnt die Patella die Fossa intercondyloidea zu überbrücken und stützt sich medial und lateral mit relativ kleinen Flächen ab.

Die Patella übernimmt eine wesentliche Funktion bei der Streckung des Unterschenkels durch den M. quadriceps femoris; und zwar ändert sie die Richtung der Kraft des Quadricepsmuskels sowohl in der Sagittalebene als auch in der Frontalebene.

Ein Maß für diese Richtungsänderung ist jeweils der Winkel zwischen Ligamentum patellae und der Zugrichtung des M. quadriceps femoris. Die Projektion dieses Winkels

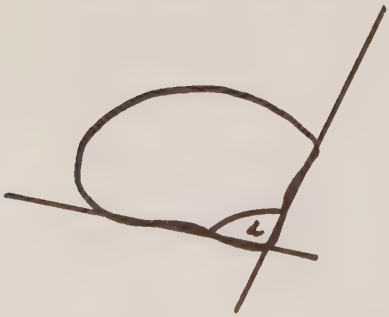
auf die Sagittalebene wird Winkel γ genannt (siehe Abb. 6). Die Projektion auf die Frontalebene wird als Winkel Q bezeichnet (siehe Abb. 7).
Die Änderung des Winkels γ ist bei der Streckung des Unterschenkels geringer als die Änderung des Beugewinkels zwischen Femur und Tibia (siehe Abb. 6: Bei einem Beugewinkel von 167° ist γ kleiner als der Beugewinkel, während bei einem Beugewinkel von 70° γ größer als der Beugewinkel ist).
Dieses Phänomen beruht auf der Tatsache, daß die Patella während des Streckvorganges um die Tuberositas tibiae als Drehpunkt pendelt (siehe Abb. 6). Daraus resultieren auch die unterschiedlichen Berührungsflächen zwischen Femurkondylen und Patellarückfläche bei verschiedenen Beugegraden.
Auch in der Frontalebene besteht eine Diskrepanz zwischen der Zugrichtung des M. quadriceps femoris und dem Verlauf des Ligamentum patellae.
Der Winkel zwischen der Zugrichtung des M. quadriceps und der Patellarsehne wird in dieser Ebene mit Q bezeichnet (siehe Abb. 7). Er wird bei gestrecktem Bein gemessen und beträgt durchschnittlich 14°. Werte über 20° bezeichnet Insall als pathologisch.
Je größer der Winkel Q ist, desto größer ist bei der Beugung die Zugkraft auf die Patella nach lateral. Eine Lateralbewegung der Patella wird jedoch durch die

Führung in der Fossa intercondyloidea verhindert. Ist der Winkel Q aber pathologisch vergrößert oder die Fossa intercondyloidea abgeflacht, so besteht die Gefahr der Patellasubluxation bzw. Patellaluxation nach lateral.

Die funktionelle Bedeutung der Patella ist groß. Sie erleichtert die Arbeit der Streckmuskulatur, weil sie die Quadricepssehne von den Femurkondylen abhebt und dadurch den Hebelarm verlängert. Durch Vergrößerung des Hebelarmes steigt die Leistungsfähigkeit des M. quadriceps femoris. Außerdem verlaufen die Gleitvorgänge des Streckapparates auf den Oberschenkelrollen über die Kniescheibe günstiger; die mechanische Beanspruchung des Femoropatellargelenkes wird verringert.

a) Typ I: Normale Patella:
Mediale und laterale Facette ungefähr gleich groß
α = 120° - 140°

b) Typ II: Mediale Facette kleiner als laterale.
α = 110° - 120°



c) Typ III: Mediale Facette noch kleiner und steiler verlaufend
α = 90° - 110°

Abb. 8 a, b, c: Einteilung der Patella-Formen nach Wiberg

Die Arthrosis patellae

Die Patellaarthrose tritt nach verschiedenartigen Schädigungen des Kniegelenkes auf.
Payr schlug eine Unterteilung in eine primäre und in eine sekundäre Form der Arthrosis patellae vor, der sich Baumgartl und Mohing anschlossen.
Baumgartl hält die funktionelle Theorie Pommers am sinnvollsten. Pommer geht von der Eigenschaft des Knorpels aus, den auf ihn einwirkenden Druck allseitig und gleichmäßig zu verteilen, so daß die darunterliegenden Knochenschichten vor umschrieben einwirkenden Überlastungen geschützt werden. Geschädigter Knorpel verliere diese Elastizität und damit auch die Fähigkeit einer Druckverteilung. Druckwellen pflanzen sich im geschädigten Knorpel, ohne wesentliche Dämpfung, auf den darunterliegenden Knochen fort und lösen Reizerscheinungen aus, die im Laufe der Zeit zu den charakteristischen Veränderungen der femoro-patellaren Arthrose führen. Über die Ursache des Knorpelschadens konnte auch diese Theorie keine Aussage machen. Nach Benninghoff wird die Beanspruchung des hyalinen Gelenkknorpels bestimmt durch die Größe des Drucks und durch die Dauer seiner Einwirkung. Der zwischen den Gelenkteilen im wesentlichen senkrecht auf ihre Oberfläche wirkende Druck erzeuge eine Eindellung und dadurch einen tangentialen Schub im Knorpel selbst. Ein ausge-

wogenes Verhältnis zwischen Druck und Schub stellt nach Benninghoff den besten Ernährungsreiz für den Gelenkknorpel dar, in dem durch intermittierende Druckschwankungen die Diffusion gefördert werde. Ist der Druck zu groß oder seine ununterbrochene Einwirkung an der gleichen Stelle zu lang oder treten beide Komponenten gleichzeitig auf, so entstehen nach Benninghoff und auch nach Hirsch im Knorpel Ernährungsstörungen und Zerschleißerscheinungen (Bandi: Chondromalazie und femoro-patellare Arthrose).

Definition von primärer und sekundärer Arthrosis patellae:

Diejenigen Krankheitsfälle einer femoro-patellaren Arthrose, bei denen die Ursache nicht eruierbar ist, werden als primäre Arthrosis patellae bezeichnet. Ist die Ursache der Arthrose hingegen feststellbar, wird das Krankheitsbild als sekundäre Arthrosis patellae definiert.

Ätiologie:

Als mögliche Ursachen der primären femoro-patellaren Arthrose werden Minderwertigkeit des Mesoderms, Änderungen der Gelenkflüssigkeit, Besonderheiten der Gelenkinnenhaut, Ernährungsstörungen im Knochen durch Gefäßveränderungen, endokrine Störungen und Ernährungsfaktoren diskutiert. Trotz zahlreicher Untersuchungen bleibt die Ätiologie der sogenannten primären Arthrosen unklar.

Als ein möglicher ätiologischer Faktor für die Entstehung einer primären Arthrosis patellae wird auch

die Sudeck'sche Dystrophie diskutiert. Mohing, Fürmaier und Hackenbrock stellen besonders diese Sudeck'sche Dystrophie heraus, die die besten Voraussetzungen für eine subpatellare Arthrose schafft. Sudeck hat Dystrophien am Kniegelenk als Traumafolgen beschrieben. Mohings Untersuchungen zeigen eindeutig wie ein großer Teil der Sudeckfälle in Arthrosen ausläuft, die zunächst rein subpatellar sind, später aber wahrscheinlich auf das gesamte Kniegelenk übergreifen. So erscheint die Anfälligkeit des Gelenkknorpels gegen die Wirkung der Gelenkmechanik nach abgelaufener Dystrophie doch besonders groß.

Bei den trophischen Schädigungen, die Bandi als Ursache mit angibt, handelt es sich um:

1. Veränderungen der Synovialflüssigkeit
2. Veränderungen der Zirkulation in der subchondralen Spongiosa
3. Endokrine Ursachen (Hypothyreose, postklimakterische Osteoporose).

Bandi nennt neben den mechanischen Ursachen der femoro-patellaren Arthrose trophische Schädigungen, die zum einen aus einer Veränderung der Synovialflüssigkeit, zum anderen zu einer Veränderung der Zirkulation in der subchondralen Spongiosa bestehen. Als dritte trophische Schädigung nennt er endokrine Ursachen wie

Hypothyreose und postklimakterische Osteoporose. Die Synovialflüssigkeit kann durch Infekte, autotoxische Schäden und Bildung von Autoimmuno Antikörpern eine Veränderung erfahren, während die Zirkulation in der subchondralen Spongiosa durch eine Arteriosklerose, Thrombose und durch das Sudecksyndrom (als Traumafolge) verändert wird.

Im Gegensatz zu der primären Arthrosis patellae sind bei der sekundären Arthrosis patellae die Ursachen bestimmbar. Bei der sekundären Arthrose handelt es sich um Folgezustände nach traumatischen Geschehen (Gelenkbrüche, Luxationen, Meniskuszerreißungen, Schutzverletzungen), nach Gelenkerkrankungen (Osteochondrosis dissecans, eitrige Entzündungen, Hämophilie und nach statischen Besonderheiten (X- und O-Beine).

Die mechanischen Einflüsse, die zu einer Arthrosis patellae führen können, sind nach Bandi folgende:

1. Hohe Druckwerte zwischen Patella und Femurkondylen

2. Akute und chronische direkte Traumen
3. Dislozierte Frakturen
4. Fehlstellungen der Patella
5. Inkongruenzen zwischen Patellarückfläche und Fossa intercondyloidea durch Formabweichungen der Patella.

ad 1. Hohe Druckwerte zwischen Patella und Femurkondylen

Zwischen Patella und Femurkondylen wirken große Druckkräfte. Hohe Druckwerte entstehen durch Verkleinerung der Auflageflächen der Gelenkteile oder durch Veränderung der Gelenkmechanik selbst. Sie können durch umschriebene Überlastung zu Knorpelschäden führen. Sogar bei normaler Morphologie und Gelenkmechanik können durch zu hohe Druckwerte (Sport) Knorpelschäden erzeugt und damit die pathogenetische Initialzündung zur Entwicklung einer Arthrose ausgelöst werden (Bandi: Chondromalazie und femoro-patellare Arthrose, Ficat: Pathologie Fémoro-Patellaire).

ad 2. Akute und chronische direkte Traumen

Aus einem direkten, sagittal oder schräg auf die Patella treffenden Schlag, also einem akuten direkten Trauma, kann eine Knorpelkontusion und - ruptur bzw. -abscherung resultieren. Knorpelruptur und -abscherung führen sofort zu einem eindrücklichen klinischen Bild mit Hämarthrose und mechanischer Behinderung. Bei der Knorpelkontusion findet man dagegen nach Abklingen des

Initialschmerzes nicht selten ein praktisch beschwerdefreies Intervall von mehreren Wochen oder Monaten bis zum Auftreten behandlungsbedürftiger Dauerschmerzen oder Funktionsstörungen,
Chronische direkte Traumen ergeben sich bei einigen Sportarten (Fußball, Skilaufen), beruflicher Überlastung (Treppen und Leitern steigen, Lasten tragen) und Überlastungsschäden durch Übergewicht.

ad 3. Dislozierte Frakturen

Eine für femoro-patellare Arthrose pathogenetische Bedeutung der Frakturen muß nach Bandi dann bejaht werden, wenn sie unter Stufenbildung oder mit Achsen- oder Rotationsfehlstellungen ausheilen und dadurch zu einer Abweichung der Patellagleitbahn führen. Sowohl die Stufenbildung als auch die Abweichung der Kniescheibengleitbahn haben die Bildung meist umschriebener Zonen erhöhten Gelenkdruckes zur Folge, dessen pathogenetische Bedeutung für die Arthrose im allgemeinen und speziell für die Patella bekannt ist.

ad 4. Fehlstellungen der Patella

Ungenügende oder überdrehte Innenrotation des distalen Femurrandes oder neuromuskuläre Dysfunktion und ein Hochstand der Patella geben Anlaß zu Lateralisation und chronischer Subluxationsstellung der Kniescheibe oder zu rezidivierenden Luxationen.

Es ist verständlich, daß solche Dysfunktionen Schädigungen umschriebener Gelenkteile durch statische oder dynamische Überbeanspruchung entstehen können. Outerbridge beschreibt eine am kranialen Ende des medialen Femurkondylus zu beobachtende, abrupt zur Metaphyse abfallende Stufe der Knorpelgrenze, die eine Höhe von 3 - 5 mm erreichen kann. Demgegenüber geht das kraniale Ende des lateralen Kondylus in einer flachen Rampe allmählich in die Metaphyse über. Beim Beginn der Beugebewegung erfahre nun die Patella an ihrer medialen Facette unter erheblichem Druck auf dieser relativ scharfen Stufe eine Traumatisierung, die geeignet sei, durch übermäßigen tangentialen Schub das Knorpelgefüge zu zerstören. Bandi und seine Mitarbeiter fanden bei Untersuchungen die von Outerbridge beschriebene Stufe öfters vor und somit reihte er diese den endogenen Schädigungen ein.

ad 5. <u>Inkongruenzen zwischen Patellarückfläche und Fossa intercondyloidea durch Formabweichungen der Patella</u>

Es blieb unklar, warum manche Kniegelenke mit 40 Jahren arthrotisch verändert sind, andere dagegen bis ins hohe Alter voll funktionstüchtig

bleiben. Die Form des Femoro-Patellargelenkes entscheidet letzten Endes darüber, ob der Kniegelenkknorpel, in günstigen Femoro-Patellargelenken gleichmäßig belastet, den Anforderungen eines ganzen Lebens gewachsen ist, oder ob er in ungünstig geformten Femoro-Patellargelenken, stellenweise überlastet, abstirbt (Baumgartl: Das Kniegelenk). Eine möglichst großflächige Kongruenz zwischen den Facetten der Patella und den Gelenkflächen der Femurkondylen in den verschiedenen Beugewinkeln ergibt kleine Druckwerte, so daß zwischen Patella und Femurkondylen große Kräfte ohne Schaden übertragen werden können. Je größer die artikulierenden Flächen, desto kleiner der Druck. Die Kongruenz der Gelenkteile variiert jedoch je nach dem Beugewinkel des Kniegelenkes. Dabei nehmen mit zunehmendem Beugegrad des Kniegelenkes die Berührungsflächen zwischen Patella und Kondylen an Größe ab, und unterhalb ca. 110^{o} beginnt die Patella die Fossa intercondyloidea zu überbrücken und stützt sich medial und lateral mit relativ kleinen Flächen ab. Bei dysplastischen Formen der Patella sind die Berührungsflächen teils kleiner als normal, teils weicht die Kniescheibe aus ihrer Gleitbahn ab und wird dadurch einseitig überlastet. Bandi,

der dysplastische Formen der Patella ebenfalls als endogene Schädigungen ansieht, nennt unter diesen in erster Linie die Wibergschen Typen II und III. Ficat glaubt, daß beim Wiberg III, dessen mediale Facette nur an einer Stelle belastet wird, zum großen Teil aber ohne Gegendruck bleibt, die Fortpflanzung des intrachondralen Drucks an den unbelasteten Knorpelteilen durch Auswalkung eine Protuberanz und ein Ödem erzeuge, auf deren Boden es zu Ernährungsstörungen des Knorpels komme. Während Gschwend auch den Wiberg-Typen II und III eine pathogenetische Bedeutung für die femoro-patellare Arthrose zumißt, lehnt Outerbridge eine pathogenetische Wirkung der Wibergschen Deformitäten ab, da zwischen ihnen und dem Häufigkeits- und Schweregrad statistisch kein Zusammenhang vorliege. Baumgartl fand in gut erhaltenen Gelenken hauptsächlich Kniescheiben vom Typ II, in arthrotisch veränderten Gelenken hauptsächlich solche vom Typ III. Günstig geformt und damit voll belastbar sind nach Baumgartl Femuro-Patellargelenke mit Kniescheiben der Typen I und II bei normalen Höheneinstellungen der Patella und guter Ausbildung der Oberschenkelrollen. Ihr Knorpel ist bei breiten Auflageflächen an keiner Stelle überlastet und deshalb unter physiologischen Bedingungen während eines ganzen

Lebens genügend widerstandsfähig. Ungünstig geformt und nur minder belastbar sind Femuro-Patellargelenke mit Kniescheiben der Typen II/III, III und sogenannte Jägerkappen. Ebenso ungünstig sind anormale Höheneinstellungen der Kniescheibe, Patella parva, Patella magna, Patella partita, Flachpatella und Hypoplasien des ventralen proximalen Abschnittes der tibialen Oberschenkelrolle. Alle letztgenannten Sonderheiten zeichnen sich dadurch aus, daß sie die Auflageflächen zwischen Kniescheibe und Oberschenkelrollen verkleinern. An den kleinen Auflageflächen ist der Knorpel überlastet und stirbt früher oder später ab (Baumgartl: Das Kniegelenk).

Ficat nennt noch als dysplastische Formen die halbmondförmige Patella, die sogenannte Kieselsteinpatella und die Hemipatella. Auch sie sind geeignet, durch mangelnde Kongruenz an umschriebener Stelle hohen Druck zu erzeugen und dadurch degenerativen Veränderungen Vorschub zu leisten (Ficat: Pathologie Fémoro-Patellaire).

Duboux meint, daß die geringe Dicke dieser Kniescheiben in dem Sinne eine Rolle spielt, als das von ihnen den Streckern vermittelte Drehmoment klein und die zur Streckbewegung nötige Kraft dementsprechend größer sein muß. Folglich wird auch der femoro-patellare Druck bei flachen Kniescheiben ansteigen.

Verlauf der femoro-patellaren Arthrose

Die subpatellare Arthrose bezieht ihre Sonderstellung aus ihrem häufig vorzeitigem Auftreten, sowie aus der steten Ausbreitung einer zunächst auf die Patellarückfläche begrenzten Knorpelschädigung auf das ganze Gelenk, ohne daß zumeist spezielle Ursachen faßbar wären.
Entweder entsteht die Arthrose patellae A) auf dem Boden der Chondromalacia patellae und ist somit als Folgeerkrankung der Chondromalazie anzusehen, oder sie entsteht B) sui generis, d.h. als Folge der oben genannten Ursachen.

A) Die Entstehung der Arthrose aus der Chondromalazie

Bei der Entstehung der Arthrosis patellae auf dem Boden der Chondromalacia patellae kann sie als letztes Stadium der Chondromalazieerkrankung angesehen werden:

I. Chondromalacia patellae 1. Stadium
II. Chondromalacia patellae 2. Stadium
III. Chondromalacia patellae 3. Stadium
IV. Arthrosis patellae

I. 1. Stadium der Chondromalacia patellae

Im Patellarknorpel besteht eine rundliche Vorwölbung. Trotz intakter Oberfläche fühlt sich diese Stelle weicher und elastischer an als die sie umgebenden Bereiche.

II. 2. Stadium der Chondromalacia patellae

Die Knorpeloberfläche ist durch längsverlaufende Risse aufgespalten, welche in der Mitte am tiefsten, am Rand oberflächlich sind. Später werden die zwischen den Rissen liegenden Lamellen dünner, fasern auf und zerfallen. Bereits in diesem Stadium beginnen Veränderungen an den entsprechenden Auflageflächen der Femurkondylen, in welche durch Unebenheiten des Patellarknorpels Längsrillen eingeschliffen werden. Im weiteren Verlauf treten zwischen den Lamellen des Kniescheibenknorpels Lücken auf, kleine Knorpelstückchen werden abgeschert und schwimmen als kleinste freie Gelenkkörper im Kniegelenk. Sie können sich zu größeren freien Körpern entwickeln.

III. 3. Stadium der Chondromalacia patellae

Durch den totalen Zerfall des Knorpels an der Kniescheibengelenkfläche werden subchondrale Knochenschichten freigelegt. Die Auffaserung des Knorpels an der Hinterseite der Kniescheibe überschreitet den primären Schädigungsbezirk. Die Schleifspuren an den Femurkondylen werden stärker und ausgedehnter. Nach und nach zerfällt auch hier der Knorpel,

und subchondrale Knochenbezirke werden entblößt.

IV. Arthrosis patellae

Aus dem zuvor beschriebenen Verlauf der Chondromalacia patellae, die zur Zerstörung des Femurkondylen- und retropatellaren Knorpels geführt hat, resultieren nun chronisch-deformierende Veränderungen der knöchernen Patellarückfläche und der Femurkondylen. Sind Veränderungen des subchondralen Knochens zu konstatieren, liegt eine Arthrosis patellae vor.

B) Die Entstehung der Arthrosis patellae sui generis

Entsteht die Patellaarthrose als Folge der im Kapitel "Die Arthrosis patellae" beschriebenen Ursachen, so spricht man von einer Arthrosis patellae sui generis. Begleiterscheinung einer derartigen Arthrose an der Patellarückfläche ist häufig eine Synovitis chronica. Der Beginn der Arthrose an der Patellarückfläche ist durch lakunäre Resorption der subchondrialen Spongiosa in der Übergangszone zwischen Knorpel und Tunica synovialis gekennzeichnet. In diesem Bereich kommt es zur Bildung von Randusuren. Diese können bei oberfläch-

licher Betrachtung des Röntgenbildes schon für osteophytäre Zacken gehalten werden. Von den synovialen Rändern aus sprossen gleichzeitig pannusartige, gefäßreiche Stränge zu den Knorpelusuren vor, und unter der sklerosierten subchondralen Kortikalis findet man eine Fibrose der Markräume (Bandi: Chondromalazie und femoro-patellare Arthrose).

Im weiteren Verlauf kommt es an den Randusuren zu proliferativen Vorgängen mit Bildung von zunächst neuen Knorpelbrutkapseln und Faserknorpel, dann durch Aussprossen von Bindegewebe und Gefäßen aus den subchondralen Markräumen zur Bildung von randständigen, netzartigen Knochenstrukturen unter gleichzeitiger Resorption des hyalinen Gelenkknorpels in der Umgebung. Durch sekundären Umbau dieser Osteophyten, d.h. durch Aufbau funktionell induzierter Strukturen unter Anlagerung von lammelären Knochen, bilden sich schließlich die typischen Randzacken und Knorpeldestruktionen der femoro-patellaren Arthrose, die in Untersuchungen von Axhausen, Largier und Uehlinger Beschreibungen fanden. (Axhausen: Über die Entstehung der Randwülste bei der Arthritis deformans. Largier: Anatomo-pathologie de la gonarthrose. Uehlinger: Die pathologische Anatomie der traumatischen Arthrose).

Therapie

Der Krankheitsverlauf der femoro-patellaren Arthrose schreitet in der Regel langsam, aber unaufhaltsam fort. Als Therapie kommen konservative und operative Maßnahmen in Betracht.

In den Fällen, bei denen der Untersuchungsbefund nur geringfügig ist und nur leichte subjektive Beschwerden vorhanden sind, wird so lange wie möglich eine konservative Therapie erfolgen. Therapeutische Maßnahmen führen lediglich zu Linderungen, Heilungen sind nicht möglich. Der Patient ist darüber aufzuklären, daß größere Belastungen des Kniegelenkes einen schnellen Verschleiß begünstigen und, daß nur durch Schonung eine Besserung zu erzielen ist.

Als konservative Maßnahmen sind zu empfehlen:

1. Lokale Anwendung feuchter Wärme zur Verbesserung der Gewebsregeneration und Resorption eventueller Reizergüsse. Es bewährten sich Diathermie, wärmende Kniekappen und Bäderanwendungen.
2. Gewichtsreduktion
3. Röntgenbestrahlungen
4. Medikamentöse Unterstützung der Therapie durch Applikation vorsichtig dosierter Steroide oder von Präparaten aus der Butazongruppe. Viernstein und Weigert empfehlen zur Unterstützung sowohl der konservativen wie einer eventuell operativen

Therapie die intraartikuläre Injektion eines Mukopolysaccharid-Schwefelsäureesters, der den Aufbau eines normalen Knorpels unterstützen soll. Idelberger empfiehlt Glucocortikoide.

Die konservative Therapie soll unter laufender klinischer und gegebenenfalls radiologischer Kontrolle durchgeführt werden.

Nach Bandi ist die Indikation zur Entlastungsoperation bei der femoro-patellaren Arthrose gegeben, wenn das Befinden des Patienten durch starke Beschwerden beeinträchtigt und die Gelenkfunktion gestört ist, auch wenn radiologisch osteophytäre Randzacken an Patella und Femurkondylen in nur geringem Grade nachweisbar sind. Im Folgenden soll auf die einzelnen operativen Möglichkeiten eingegangen werden:

1. Gelenktoilette

Unter Gelenktoilette versteht man Abrasio des veränderten Knorpels, Glättung osteophytärer Wucherungen, Resektion eines hypertrophischen Corpus adiposum und Synovektomie, Entfernung freier Gelenkkörper und ledierter Menisken. Die Entfernung sämtlicher die Gelenkmechanik störenden Osteophyten oder freien Gelenkkörper wurde von Haggart 1940 beschrieben. Seit Mag-

nuson (1941) hat das sogenannte joint débridement breite Anwendung gefunden. Haggart und Magnuson machten darauf aufmerksam, daß die Patienten für die Gelenktoilette gut ausgesucht werden müssen und daß der Erfolg von der Kollaboration und der Motivation der Patienten abhängt.

Pridie hat seit vielen Jahren die Gelenktoilette modifiziert. Wenn der subchondrale Knochen durch Erosion des Knorpels oder nach Abrasio freilag, wurde eine Serie von Bohrlöchern angelegt, die einen Durchmesser von 6 mm haben sollen. Mit diesen Bohrlöchern wird der eburnisierte Knochen mehrfach durchbrochen. Aus dem gut durchbluteten spongiösen Knochen sprießt nach anfänglicher Blutung Granulationsgewebe aus, das sich unter der besonderen Belastung zum Faserknorpel differenziert. Es bilden sich bindegewebige und faserknorpelige Schuppen, die zum Teil ineinander übergehen und eine mehr oder weniger gleichmäßige Oberflächenschicht bilden im Sinne eines Ersatzknorpels.

2. Patellaplastik mit Haut

Die Gebrüder Judet haben die Methode 1962 beschrieben. Die Patella wird von allen Osteo-

phyten befreit; sie wird so modelliert, daß medial ein Grat besteht, der eine Führung auf der Trochlea des distalen Femur erlaubt. Die Patella wird mit Cialit-konservierter Haut bedeckt.

3. Patellaplastik durch Patellaprothese

Die Alloplastik ist für die wenigen Fälle reserviert, bei denen eine Patellektomie umgangen werden soll. Eine endgültige Beurteilung wird erst dann möglich sein, wenn vergleichende Untersuchungen über Mehrjahresresultate vorhanden sind.

4. Abrasio patellae

Chaklin hat 1939 die Abrasio patellae propagiert, wobei der Knorpel abgetragen wird, bis eine homogene Schicht gesunden Knorpels zum Vorschein kommt. Die Abrasio ist eine Technik, die allein oder im Rahmen der Gelenktoilette sehr beliebt ist.

5. Hemipatellektomie

Scott empfahl 1949 die Entfernung der hinteren Hälfte der Patella. Es bleibt lediglich eine Schale der Patella bestehen, die im Streckapparat

fixiert ist. In dieser Form wird die Technik kaum mehr angewandt, aber im Zusammenhang mit einer Patellaplastik mit Hilfe eines Fettgewebslappens, der aus dem Hoffaschen Fettgewebskörper präpariert wird. Der Lappen soll gestielt bleiben, um eine gewisse Vascularisation zu erhalten.

6. Patellektomie

Diese bezeichnen viele Autoren aus gelenkmechanischen Gründen als ungünstig, da sie den Druck der Quadricepssehne auf die Femurkondylen erhöhe, da die von der Patella den Streckern angebotene Verlängerung ihres Hebelarmes wegfiele. Entsprechend ist die Patellektomie nach der Meinung der meisten Autoren nur mit Zurückhaltung und nur in schwersten Fällen femoro-patellarer Arthrose indiziert. Nachuntersuchungen von Schlegel, Durman, Duthie, Deplama und Flynn haben ergeben, daß in 40 - 50 % der Fälle eine Streckschwäche im Kniegelenk zurückbleibt, daß Schmerzen in einem hohen Prozentsatz nicht behoben werden und der arthrotische Prozeß weitergeht.

7. Zur Normalisierung der Patellagleitbahn:

Kapselplastik nach Ali-Krogius, Semitendinosusplastik, Versetzen der Tuberositas tibiae nach

medial (lateral) nach Roux.

8. Zur Reduktion des femoro-patellaren Drucks: Ventralverlagerung der Tuberositas tibiae (nach Bandi)

Brennwald und Bandi (Chondromalacia patellae und femoro-patellarer Arthrose) bezweckten, durch eine Hebelarmverlängerung der Strecker die Druckkräfte im femoro-patellaren Gelenkabschnitt zu vermindern, da dann die gleiche Arbeit mit geringerer Kraft an Quadricepssehne und Ligamentum patellae geleistet werden kann. Sie erreichten mit dieser Methode gute klinische Resultate.

Auswahl des Materials

Für diese Arbeit wurden die Patienten mit femoropatellarer Arthrose im Röntgenbild, die autoptisch gesichert wurde, ausgewählt. Es wurden also nur Behandlungsfälle herangezogen, bei denen eine chirurgische Therapie der Retropatellararthrose durchgeführt wurde. Alle Patienten wurden in dem Zeitraum von 1976 bis 1981 operiert.

Die Patienten, bei denen eine Arthrose der Patella-Rückfläche beschrieben wurde, lassen sich in drei Gruppen einteilen. Die erste Gruppe umfaßt Patienten, die eine Retropatellararthrose bei sonst weitgehend unauffälligem Kniegelenk aufweisen. Man kann hier also von einer isolierten Retropatellararthrose sprechen. In der zweiten Gruppe von Patienten imponiert ebenfalls die Arthrose der Patella, aber es sind auch andere Gelenkflächen bereits in geringem Ausmaß arthrotisch verändert. Hier liegt also eine beginnende Gonarthrose vor mit vorwiegendem Befall der Patella. Bei der dritten Patientengruppe sind außer der Patella noch mehrere Gelenkflächen der Hauptgelenke erheblich arthrotisch verändert, so daß man hier von Panarthrosen sprechen muß, wobei der arthrotische Befall der Patella nicht mehr im Vordergrund steht.

In dieser Arbeit berücksichtigten wir lediglich Patienten der ersten beiden Gruppen. Für die Gruppe 2 muß man annehmen, daß primär eine Patellaarthrose vorlag und erst sekundär andere Flächen eine arthrotische Veränderung erfuhren. Gerade diese Schlußfolgerung ist aber bei den Behandlungsfällen der Gruppe 3 nicht zu ziehen, da aufgrund der schweren Arthrosen mehrerer Gelenkflächen nicht eruierbar ist, ob primär eine Patellaarthrose vorlag oder aber die Patella erst sekundär befallen wurde. Insgesamt entfielen auf die ersten beiden Gruppen von Patienten 42 Behandlungsfälle bei 39 Patienten. Eine isolierte Patellaarthrose war in 10 Fällen vorhanden.

Methode

Von diesen 42 operierten Kniegelenken wurden die zugehörigen Röntgenbilder zur Auswertung herangezogen. Ausgewertet wurden Lateral- und Tangentialaufnahmen.

Röntgentechniken

1. Lateralaufnahme des Kniegelenkes (Abb. 1 + 2)

   Diese Aufnahmetechnik stellt das Kniegelenk in der Sagittalebene dar. Die Röntgenröhre wird so eingestellt, daß die Röntgenstrahlen im rechten Winkel zur Sagittalebene auf das Kniegelenk des zu untersuchenden Patienten auftreffen. Bei der Auswertung unserer Röntgenbilder werden Lateralaufnahmen verwendet, die bei einem Beugewinkel von 30° entstanden sind.

2. Tangentialaufnahme des Kniegelenkes (Abb. 3 + 4)

   Bei der Aufnahmetechnik nach Knutson werden lediglich die Patella und die Femurkondylen dargestellt. Am sitzenden Patienten wird die Röntgenröhre im Bereich des Fußes so ausgerichtet, daß die Röntgenstrahlen die Patella in caudo-kranialer Richtung treffen. Zur Auswertung der Röntgenbilder sind Tangentialaufnahmen verwendet worden, die ebenso wie die Lateralaufnahmen bei einem Beugewinkel von 30° aufgenommen worden sind.

Auswertung der Röntgenbilder

Auswertung der Aufnahme des Kniegelenkes von Lateral: Mit Hilfe dieser Aufnahmetechnik haben wir die Position der Patella zum Femur in vertikaler Richtung bestimmt. Bei diesen Patellapositionen unterscheiden J.S. Blackburne und T.E. Peel ebenso wie J. Insall und E. Salvati den Patella-Normalstand, den Patella-Hochstand sowie den Patella-Tiefstand. J. Insall und E. Salvati definieren diese Patellastände allerdings anders als J.S. Blackburne und T.E. Peel. Wir haben mit beiden Definitionen die Patellastände bestimmt.

Bestimmung der Patellaposition nach J. Insall und E. Salvati (1971 (Abb. 1):
J. Insall und E. Salvati haben an 114 normalen Kniegelenken die diagonale Länge der Patella (LP) und die Länge des Ligamentum patellae (LT) anhand der Lateralaufnahmen des Kniegelenkes gemessen. Dabei haben sie festgestellt, daß die Länge der Patella in etwa der Länge des Ligamentum patellae entspricht. Für den Quotienten $\frac{LT}{LP}$ ermittelten sie den Wert 1,02 mit einer Standardabweichung von 0,13. Weiterhin ermittelten sie, daß in 98 % der Fälle die Länge der Patella von der Länge der Patellasehne um nicht mehr als 20 % abwich. Aufgrund dieses Ergebnisses definierten sie den Normalstand der Patella:
$0{,}8 \leq \frac{LT}{LP} \leq 1{,}2$. Ist $\frac{LT}{LP}$ kleiner als 0,8, so wird die Position der Patella als Patella-Tiefstand definiert. Ist $\frac{LT}{LP}$ größer als 1,2, so wird die Position

der Patella als Patella-Hochstand definiert.

Bestimmung der Patellaposition nach J.S. Blackburne und T.E. Peel (1977, Abb. 2):

Etwa 5 1/2 Jahre nach J. Insall und E. Salvati gaben Blackburne und Peel eine alternative Methode zur Bestimmung des Patellastandes an. Die Röntgenaufnahmen wurden nach der gleichen Technik hergestellt wie sie auch Insall und Salvati als Grundlage für ihre Messungen benutzten. Blackburne und Peel kritisierten im wesentlichen zwei Aspekte der Methode von Insall und Salvati: erstens sind sie der Meinung, daß der Ansatzpunkt der Patellasehne an der Tibia bei unterschiedlichen Patienten deutlicher variiert als Insall und Salvati es ermittelt haben. Somit sei es nicht zweckmäßig, die Patellasehnenlänge mit der diagonalen Patellalänge zu vergleichen. Zweitens gaben Blackburne und Peel an, daß das Auffinden der Ansatzstelle des Ligamentum patellae an der Tibia häufig kaum zu erkennen sei und somit die Patellasehnenlänge nur unzuverlässig zu bestimmen sei (Osgood- Schlatter's disease/ Larsen - Johansson's disease). Darauf aufbauend maßen Blackburne und Peel an 121 normalen Kniegelenken folgende zwei Strecken, um den Patellastand zu definieren:

1. A = die Länge des Lotes auf das Tibiaplateau vom unteren Pol der Gelenkfläche der Patella.
2. B = die gradlinige Verbindung des oberen Pols der Gelenkfläche der Patella zum unteren Pol der Gelenkfläche der Patella (= Länge der Patella-Gelenkfläche).

Der Quotient $\frac{A}{B}$ betrug im Durchschnitt bei normalen Kniegelenken 0,805 für männliche und 0,806 für weibliche Untersuchte, bei einer Standardabweichung von 0,14 bzw. 0,13. 95 % der ermittelten Werte lagen zwischen 0,54 und 1,06. Blackburne und Peel definierten den Normalstand $0,6 \leq \frac{A}{B} \leq 1,0$. Wenn $\frac{A}{B}$ kleiner als 0,6 ist, liegt ein Tiefstand vor, wenn $\frac{A}{B}$ größer als 1,0 ist, handelt es sich um einen Hochstand.

Auswertung der Tangentialaufnahmen:

Die Beziehungen zwischen Patella und Femurkondylen dargestellt auf Röntgenbildern, die bei tangentialem Strahlengang erstellt wurden, haben Ficat, Bizou, Brattström und Merchant eingehend untersucht. Sie haben mit Streckenverhältnissen und Winkeln sowohl die Form der Patella als auch die der Femurkondylen und die Beziehungen beider Strukturen zueinander beschrieben. Aufgrund ihrer Untersuchungen haben sie Normalwerte für gesunde Kniegelenke angegeben. Wir haben in dieser Arbeit bei allen Patienten mit einer Retropatellararthrose die Patella und die Femurkondylen vermessen, sofern Tangentialaufnahmen vor der Operation angefertigt worden und verfügbar gewesen sind. Diese von uns ermittelten Werte haben wir dann mit denen verglichen, die Ficat, Bizou, Brattström und Merchant als Normalwerte angeben.

1. Bestimmung des Patellaindex nach Ficat und Bizou (Abb. 4):

   Der Patellaindex stellt das Größenverhältnis zwischen der medialen und lateralen Facette der Patella dar. Um dieses Verhältnis berechnen zu können, ist die Längenbestimmung der beiden Patellafacetten erforderlich. Zu diesem Zweck werden auf dem Röntgenbild folgende drei Punkte markiert:

   a) Der mediale Pol der Patella, der mit M bezeichnet wird
   b) Der laterale Pol der Patella, der mit L bezeichnet wird
   c) Der tiefste Punkt der Patella, der die Bezeichnung R findet.

   Daraus folgt: Patellaindex = $\frac{\overline{RL}}{\overline{RM}}$. Ficat und Bizou geben für den Patellaindex folgenden Normbereich an: 1 - 3. Brattström definiert einen engeren Normbereich: 1 - 1,75.

2. Bestimmung des Patellatiefenindex nach Ficat und Bizou (Abb. 4):

   Neben der Bestimmung des Patellaindex geben Ficat und Bizou den Patellatiefenindex zur Beschreibung der Patellaform an. Er wird ebenfalls durch das Verhältnis zweier Strecken zueinander definiert. Parameter sind hier die maximale Breite der Patella, also $\overline{LM}$ und die Höhe H, die das Lot auf $\overline{LM}$ durch den tiefsten Punkt der Patella R darstellt. Daraus ergibt sich: Patellatiefenindex = $\frac{\overline{LM}}{H}$. Ficat und Bizou geben als Norm folgenden Bereich an: 3,6 - 4,2.

3. Bestimmung des Patellaöffnungswinkels nach Ficat und Bizou (Abb. 4):

Als Patellaöffnungswinkel bezeichnen Ficat und Bizou den Winkel zwischen der lateralen und der medialen Patellafacette. Daraus ergibt sich:

Patellaöffnungswinkel = ∢ LRM. Ficat und Bizou geben als Normbereich an: 120° - 140°

4. Bestimmung des Tiefenindex der Fossa intercondyloidea nach Ficat und Bizou (Abb. 4):

Neben der Patella haben Ficat und Bizou auch die Femurkondylen durch ein Verhältnis zweier Strecken beschrieben. Zur Messung dieser Strecken als Parameter des Tiefenindex der Fossa intercondyloidea ist die Bestimmung folgender Punkte auf dem Röntgenbild erforderlich:

a) Der prominenteste Punkt des lateralen Femurkondylus wird mit L′ bezeichnet.

b) Der prominenteste Punkt des medialen Femurkondylus wird mit M′ bezeichnet.

c) Die tiefste Stelle der Fossa intercondyloidea wird mit C bezeichnet.

Anschließend werden L′ und M′ geradlinig verbunden und auf diese Strecke wird von C das Lot auf L′M′ gefällt und wird mit H′ bezeichnet. Somit ergibt sich der Tiefenindex der Fossa intercondyloidea:

$\frac{L'M'}{H'}$ Für den Tiefenindex des Patellagleitlagers benannten Ficat und Bizou folgende Norm: 4,2 - 6,5 .

5. Bestimmung des Femuröffnungswinkels nach Brattström (Abb. 4):

Zur weiteren Charakterisierung der Femurkondylen und insbesondere der Fossa intercondyloidea gibt Brattström den Femuröffnungswinkel an. Dieser Winkel hat seinen Scheitelpunkt an der tiefsten Stelle der Fossa intercondyloidea, also im Punkt C. Seine Schenkel sind die Strecken $\overline{CM'}$ und $\overline{CL'}$. Somit gilt: Femuröffnungswinkel = $\sphericalangle$ L'CM'

Brattström gibt folgenden Normbereich an: 141° 29'- 143° 29'

6. Bestimmung des Merchant-Winkels (Abb. 5):

Die Intention der von Merchant beschriebenen Methode, die Bestimmung dieses nach ihm benannten Winkels, ist es, die Relation zwischen Patella und Femurkondylen zu charakterisieren. Die morphologischen Charakteristika dieser beiden Strukturen sind deshalb von entscheidender Bedeutung, da mit zunehmender Kontraktion des Kniegelenkes die Patella in die Fossa intercondyloidea gedrückt wird. Der Merchant-Winkel ist der Winkel zwischen 2 Strahlen:

a) Der 1. Strahl stellt die Winkelhalbierende des Femuröffnungswinkels dar.

b) Der 2. Strahl hat seinen Ursprung ebenfalls im Punkt C und geht durch den tiefsten Punkt der Patella R.

Ein nach medial offener Merchant-Winkel erhält definitionsgemäß ein negatives Vorzeichen, ein nach lateral offener ein positives.

Nach Merchants Berechnungen ergibt sich ein Mittelwert von -6°. Alle Werte, die kleiner als $+16^{\circ}$ sind, liegen im Normbereich. Werte über 16° zeigen eine pathologische Lateralisation der Patella an.

7. Bestimmung der Patellaform nach der Einteilung von Wiberg (Abb. 6):

   Wiberg beschreibt verschiedene Patellaformen, wobei der Patellaöffnungswinkel das Kriterium für eine Einteilung in bestimmte Typen darstellt (siehe Kapitel Anatomie und Funktion).

8. Winkel zwischen ventraler Kondylengeraden und horizontaler Geraden durch den tiefsten Punkt der Fossa intercondyloidea (Brattström).
   Die beiden Geraden, die diesen Winkel bilden, sind durch folgende Punkte auf der Tangentialaufnahme des Kniegelenkes definiert:
   Die eine Gerade geht durch die höchsten Punkte der Kondylen, also durch L' und M'. Diese Gerade nennt Brattström "ventrale Kondylengerade".
   Die zweite Gerade ist eine Paralelle zur Horizontalebene, die durch den tiefsten Punkt der Fossa intercondyloidea, also C, geht. Da der laterale Femurkondylus in der Regel höher ist als der mediale, ist der entstehende Winkel nach lateral offen.

Ist in Ausnahmefällen der mediale Kondylus höher als der laterale und entsteht folglich ein nach medial offener Winkel, so wird dessen Größenangabe mit einem negativen Vorzeichen angegeben (Brattström: Shape of the intercondylar groove normally and in recurrent dislocation of patella).
Die Größe dieses Winkels ist ein Maß für die Dysplasie des lateralen Femurkondylus. Brattström hat bei 100 Patienten mit unauffälligen Kniegelenken Winkel zwischen 5° und 7° gemessen.

Statistische Auswertung

Die Ergebnisse wurden statistisch nach dem Verfahren der Varianzanalyse ausgewertet (Kollegium Biomathematik NW: Biomathematik für Mediziner).
Das vorgegebene Signifikanzniveau beträgt a = 0,05.
Als Nullhypothese wird formuliert, daß zwischen den Untersuchungsgruppen kein Unterschied besteht.
Die Alternativhypothese besagt, daß ein Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen besteht.
Wird bei den Berechnungen das Signifikanzniveau unterschritten, so wird die Nullhypothese verworfen und die Alternativhypothese angenommen.
Die Ergebnisse werden entsprechend der Auswertung mit dem Zusatz 'signifikant' bzw. 'nicht signifikant' versehen.

Ergebnisse

Bestimmung der Patellaposition nach J. Insall und E. Salvati:

Für die von uns in 42 Fällen vorgenommene Berechnung von $\frac{LT}{LP}$ ergab sich für diesen Quotienten ein Mittelwert von 1,04 mit einer Standardabweichung von 0,18 und einer Varianz von 0,03.

Prozentuale Verteilung des Patellastandes:

Ein Hochstand der Patella lag in 17 % der Fälle vor. Zu 76 % ergab sich ein Normalstand, während in 7 % der Fälle ein Tiefstand zu registrieren war.

Betrachtet man die Messungen der Kniescheiben, die der Gruppe I zugehörig sind, isoliert, so ergibt sich für $\frac{LT}{LP}$ ein Mittelwert von 1,18 mit einer Standardabweichung von 0,14 und einer Varianz von 0,017.

In den Fällen, in denen eine isolierte Patellaarthrose vorlag, ergab sich folgende prozentuale Verteilung des Patellastandes:

Hochstand der Patella:	40 %
Normalstand der Patella:	60 %
Tiefstand der Patella:	0 %

Für die Gruppe II (Fälle, bei denen eine Patellaarthrose imponiert, andere Gelenkflächen aber auch leicht arthrotisch verändert sind) ergab sich für $\frac{LT}{LP}$ ein Mittelwert von 1,0 mit einer Standardabweichung von 0,16 und

einer Varianz von 0,026. Hier lag folgende prozentuale Verteilung des Patellastandes vor:

Hochstand der Patella:	9,5 %
Normalstand der Patella:	81 %
Tiefstand der Patella:	9,5 %

Prozentuale Verteilung des Patellastandes:

	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe I + II
Hochstand	40 %	9,5 %	17 %
Normalstand	60 %	81 %	76 %
Tiefstand	0 %	9,5 %	7 %

Bei der Varianzanalyse ergab sich eine Signifikanz von $a = 0,191$.

Bestimmung der Patellaposition nach J.E. Blackburne und T.E. Peel:

Wir erhielten aufgrund unserer Messungen folgende Ergebnisse (siehe auch Tabelle 2 des tabellarischen Anhangs):

Insgesamt für Gruppe I und Gruppe II ergab sich für $\frac{A}{B}$ ein Mittelwert von 0,81 mit einer Standardabweichung von 0,14 und einer Varianz von 0,02.

Prozentuale Verteilung des Patellastandes:

Hochstand der Patella:	5 %
Normalstand der Patella:	88 %
Tiefstand der Patella:	7 %

Betrachtet man Gruppe I und Gruppe II getrennt, so finden sich folgende Werte:

Gruppe I: Es ergab sich ein Mittelwert für $\frac{A}{B}$ von 0,85 mit einer Standardabweichung von 0,099 und einer Varianz von 0,009. Prozentuale Verteilung des Patellastandes:

Hochstand der Patella:	10 %
Normalstand der Patella:	90 %
Tiefstand der Patella:	0 %

Gruppe II: Aus den Meßwerten resultierte für $\frac{A}{B}$ ein Mittelwert von 0,79 mit einer Standardabweichung von 0,15 und einer Varianz von 0,023. Prozentuale Verteilung des Patellastandes:

Hochstand der Patella:	3 %
Normalstand der Patella:	88 %
Tiefstand der Patella:	9 %

Prozentuale Verteilung des Patellastandes:

	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe I + II
Hochstand	10 %	3 %	5 %
Normalstand	90 %	88 %	88 %
Tiefstand	0 %	9 %	7 %

Bei der Varianzanalyse ergab sich eine Signivikanz von $a = 0{,}519$.

Bestimmung des Patellaindexes nach Ficat und Bizou:

Für den Patellaindex ergab sich bei Betrachtung aller Meßwerte ein Mittelwert von 1,27 mit einer Standardabweichung von 0,17 und einer Varianz von 0,03. Betrachtet man auch hier die Gruppen getrennt, so ergibt sich für die Werte der Gruppe I ein Mittelwert von 1,31 mit einer Standardabweichung von 0,22 und einer Varianz von 0,04.

Für die Berechnungen von Gruppe II fand sich ein Mittelwert von 1,24 mit einer Standardabweichung von 0,15 und einer Varianz von 0,02.

Alle Werte, also die von Gruppe I und Gruppe II, lagen sowohl in dem Normbereich von Ficat und Bizou als auch in dem von Brattström.

Bei der Varianzanalyse ergab sich eine Signifikanz von a = 0,552.

Bestimmung des Patellatiefenindexes von Ficat und Bizou:

Es resultierten folgende Ergebnisse aus unseren Berechnungen (siehe Tabelle 4 des tabellarischen Anhangs):

Für den Patellatiefenindex ergab sich bei Berücksichtigung beider Gruppen ein Mittelwert von 4,22 mit einer Standardabweichung von 1,1 und einer Varianz von 1,15. 35 % der Werte lagen über der Norm, 40 % im Normbereich und 25 % unter der Norm.

Gruppe I: Es resultierte aus den gewonnenen Werten ein Mittelwert von 4,17 mit einer Standardabweichung von 0,83 und einer Varianz von 0,59. 29 % der Werte waren über der Norm, 42 % im Normbereich, 29 % unter der Norm.

Gruppe II: Es ergab sich ein Mittelwert von 4,24 mit einer Standardabweichung von 1,26 und einer Varianz von 1,45. 38 % der Werte lagen über der Norm, 38 % im Normbereich und 24 % unter der Norm.

Prozentuale Verteilung der Werte bezüglich des Normbereichs:

	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe I + II
über d. Normbereich	29 %	38 %	35 %
im Normbereich	42 %	38 %	40 %
unter d. Normbereich	29 %	24 %	25 %

Bei der Varianzanalyse ergab sich eine Signifikanz von $a = 0{,}711$.

Bestimmung des Patellaöffnungswinkels nach Ficat und Bizou:

Wir ermittelten für den Patellaöffnungswinkel LRM folgende Ergebnisse (siehe auch Tabelle 5 des tabellarischen Anhangs):

Es ergab sich bei Berücksichtigung aller Meßwerte ein Mittelwert von 126° und eine Standardabweichung von 10°. Prozentuale Verteilung: 5 % der Werte lag über, 25 % unter und 70 % im Normbereich. Die Betrachtung der einzelnen Gruppen ergab:

Gruppe I: Es fand sich ein Mittelwert von 126° mit einer Standardabweichung von 8°. 71 % der Werte dieser Gruppe lag im Normbereich, 29 % unter und kein Wert über der Norm.

Gruppe II: Es ergab sich ein Mittelwert von 126° mit einer Standardabweichung von 11°. 8 % der Fälle befand sich über, 69 % in und 23 % unter der Norm.

Prozentuale Verteilung der Werte bezüglich des Normbereichs:

	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe I + II
über d. Normbereich	0 %	8 %	5 %
im Normbereich	71 %	69 %	70 %
unter d. Normbereich	29 %	23 %	25 %

Bei der Varianzanalyse ergab sich eine Signifikanz von $a = 0{,}423$.

Bestimmung des Tiefenindexes der Fossa intercondyloidea nach Ficat und Bizou:

Für den Tiefenindex des Patellagleitlagers benannten Ficat und Bizou folgende Norm: 4,2 - 6,5.
Es ergaben sich folgende Ergebnisse bei unserer röntgenologischen Auswertung für $\frac{L'M'}{H'}$ (siehe auch Tabelle 6 des tabellarischen Anhangs):

Insgesamt belief sich der Mittelwert dieses Tiefenindexes auf 6,39. Es ergab sich eine Standardabweichung von 1,34 und eine Varianz von 1,7. 45 % der Werte lagen über der Norm und 55 % im Normbereich. Kein Wert unterschritt die Normgrenze. Für die einzelnen Gruppen folgte:

Gruppe I: Es ergab sich ein Mittelwert von 6,58 mit einer Standardabweichung von 1,20 und einer Varianz von 1,23. 43 % der Werte lagen über und 57 % in der Norm. Kein Wert befand sich unter der von Ficat und Bizou angegebenen Norm.

Gruppe II: Es resultierte ein Mittelwert für den Tiefenindex des Patellagleitlagers von 6,29 mit einer Standardabweichung von 1,44 und einer Varianz von 1,92. 46 % der Werte lagen über und 54 % in der Norm. Kein Wert unterschritt den Normbereich.

Prozentuale Verteilung der Werte:

	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe I + II
über d. Normbereich	43 %	46 %	45 %
im Normbereich	57 %	54 %	55 %
unter d. Normbereich	0 %	0 %	0 %

Bei der Varianzanalyse ergab sich eine Signifikanz von

a = 0,0003

Bestimmung des Femuröffnungswinkels nach Brattström:

Es handelt sich um den Winkel zwischen den Facetten des Gleitlagers, dem Brattström folgende Norm zuschrieb: 141° 29'- 143° 29'. Wir erhielten folgende Ergebnisse bei der Berechnung dieses Winkels (siehe Tabelle 7 des tabellarischen Anhangs):

Es ergab sich ein Mittelwert dieses Femuröffnungswinkels von 142° mit einer Standardabweichung von 8°. 50 % aller Werte befanden sich über, 10 % in und 40 % unter der Norm.

Speziell für Gruppe I gilt:

Es findet sich ein Mittelwert von 145° mit einer Standardabweichung von 6°. 57 % der Werte lagen über, 14 % in und 29 % unter der Norm.

Für die Gruppe II hat sich folgendes ergeben:

Es folgte ein Mittelwert von 141° mit einer Standardabweichung von 8°. 46 % der Werte befanden sich über, 8 % in und 46 % unter der Norm.

Prozentuale Verteilung der Werte:

	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe I + II
über d. Normbereich	57 %	46 %	50 %
im Normbereich	14 %	8 %	10 %
unter d. Normbereich	29 %	46 %	40 %

Bei der Varianzanalyse ergab sich eine Signifikanz von

a = 0,428

Bestimmung des Merchant-Winkels:

Bei unseren Untersuchungen ergaben sich folgende Ergebnisse (siehe Tabelle 8 des tabellarischen Anhangs):

Es ergab sich bei den von uns gewonnenen Meßergebnissen ein Mittelwert von -22°. Bei Analysierung der Meßergebnisse, die die Gruppe I isoliert betreffen, ergab sich ein Mittelwert von -6°. Die Berechnung des Mittelwertes der in Gruppe II gewonnenen Werte ergab -30°.

Die von uns gewonnenen Meßwerte lagen in dem von Merchant angegebenen Meßbereich.

Bei der Varianzanalyse ergab sich eine Signifikanz von $a = 0,12$

Einteilung der Patellen nach Wiberg-Typen:

Definition:

Typ I: Normale Patella. Mediale und laterale Facette ungefähr gleich groß. Patellaöffnungswinkel: 120° - 140°

Typ II: Mediale Facette kleiner als laterale. Patellaöffnungswinkel: 110° - 120°

Typ III: Mediale Facette noch kleiner und steiler verlaufend. Patellaöffnungswinkel: 90° - 110°

Es ergab sich bei den von uns röntgenologisch ausgewerteten Patellen folgende Einteilung der nach Wiberg typifizierten Patellaformen (siehe Tabelle 9 des tabellarischen Anhangs):

Prozentuale Verteilung der Patellaformen:

75 % der von uns ausgewerteten Kniescheiben sind dem Wiberg Typ I zuzuordnen. 20 % der Patellen besitzen eine Form, die dem Typ II entspricht. 5 % gehören zur Wiberg-Klasse III. Es lag eine Patella bipartita vor.

Wiberg-Typ I	Wiberg-Typ II	Wiberg-Typ III
75 %	20 %	5 %

Bestimmung des Winkels zwischen ventraler Kondylengeraden und horizontaler Geraden durch den tiefsten Punkt der Fossa intercondyloidea (Brattström):

Wir kamen zu folgenden Ergebnissen (siehe Tabelle 10 des tabellarischen Anhangs):

Es ergab sich ein Mittelwert von $4,35^{\circ}$ mit einer Standardabweichung von $4,89^{\circ}$. Zu 65 % sind die von uns gemessenen Winkel kleiner als 5°, 15 % der Werte befinden sich in dem von Brattström angegebenen Normbereich, während 20 % über 7° liegen.

über dem Normbereich	im Normbereich	unter dem Normbereich
20 %	15 %	65 %

Bei der Varianzanalyse ergab sich eine Signifikanz von $a = 0,017$

Häufigkeitsverteilungen in Abhängigkeit vom Lebensalter

Die Altersverteilung der untersuchten Patienten zeigt einen Häufigkeitsgipfel zwischen dem 40. und 60. Lebensjahr.

Ungefähr 60 % der untersuchten Patienten fielen in diesen Altersbereich. Dabei ergab sich zwischen der Gruppe I und der Gruppe II keinerlei Unterschiede (siehe Diagramm 1, 2, 3).

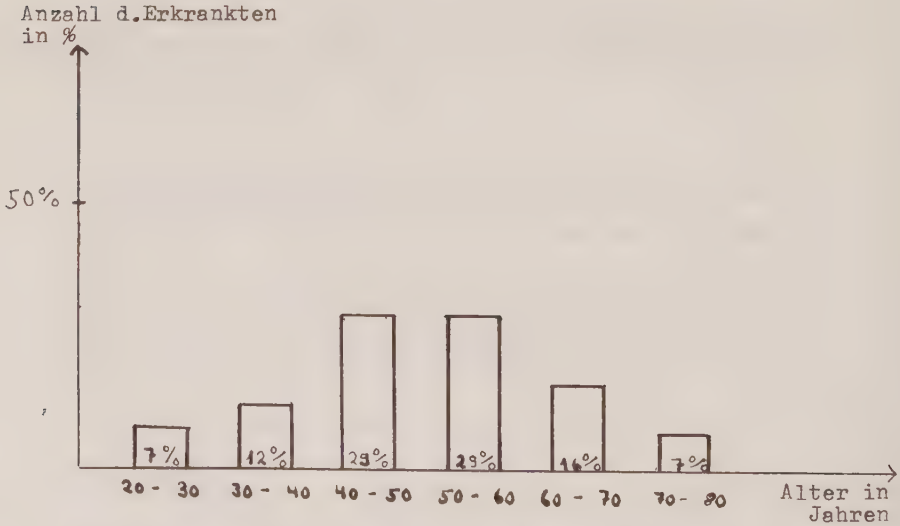


Diagramm 1 : Häufigkeitsverteilung in Abhängigkeit vom Lebensalter bezüglich Patienten der Gruppe I und der Gruppe II

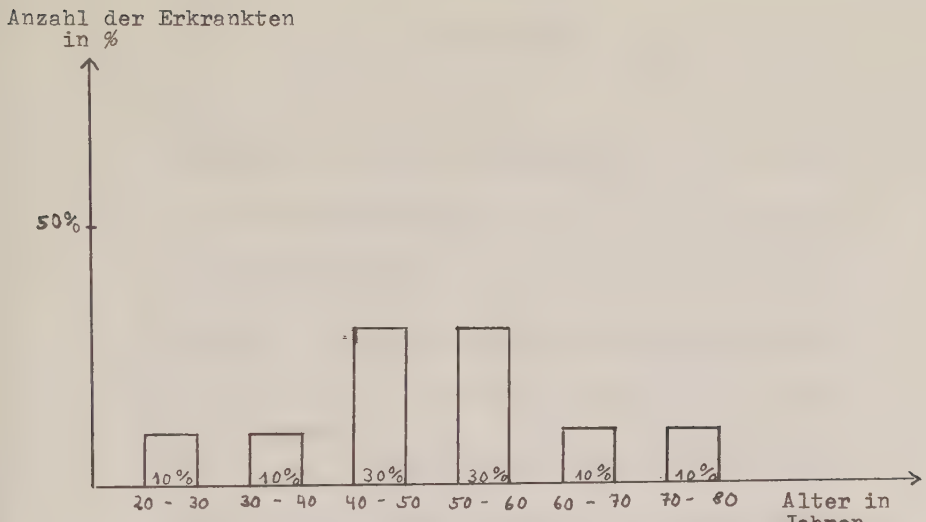


Diagramm 2: Häufigkeitsverteilung in Abhängigkeit vom Lebensalter bzgl. Patienten der Gruppe I

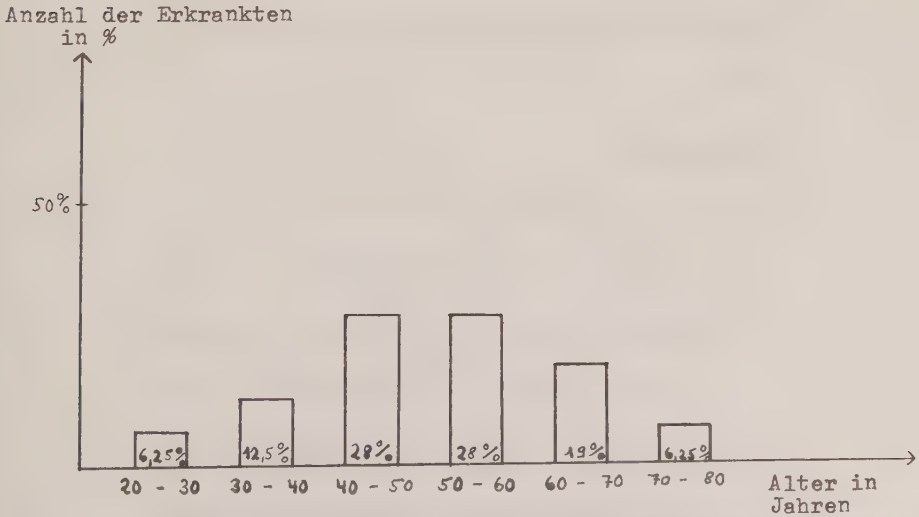


Diagramm 3: Häufigkeitsverteilung in Abhängigkeit vom Lebensalter bzgl. Patienten der Gruppe II

Diskussion

Aufgabenstellung dieser Arbeit ist es, diejenigen morphologischen Abweichungen zu eruieren, die gehäuft bei Kniegelenken mit einer Arthrosis patellae auftreten. Durch die verschiedenen von uns verwendeten Parameter ist es möglich, die Lokalisation und das Ausmaß derartiger Abweichungen zu diagnostizieren. Es sind also diejenigen Parameter zu ermitteln, deren Meßwerte bei arthrotisch veränderten Patellarückflächen gehäuft von der Norm abweichen. Da die Arthrose der Patella und die Chondromalazie patellae in Bezug auf die Lokalisation ähnliche Krankheitsbilder darstellen, ist ein Vergleich der Egebenisse, die sich aus der Diskussion der einzelnen Parameter ergeben, interessant und sinnvoll.

1. Patellastand:

   a) nach J. Insall und E. Salvati

      Nach unseren Untersuchungen weisen von den 42 vermessenen Kniescheiben 76 % der Patellen einen Normalstand auf, 17 % einen Patellahochstand und 7 % einen Tiefstand der Patella. Dieses Ergabnis läßt nicht darauf schließen, daß bei Patienten mit einer Retropatellararthrose gehäuft ein Patellahochstand diagnostiziert werden kann. Untersuchungen von Bandi an 100 Kniegelenken mit chondromalazisch ver-

änderten Patellen ergaben in 40 % der Fälle einen Patellahochstand. Bei gesunden Patienten ist nach Bandi nur 20 % der Fälle ein Hochstand der Patella vorhanden. Demn ach sind die von uns ermittelten 17 % als normal zu beurteilen.

Betrachtet man aber beide von uns untersuchten Patientengruppen getrennt, so ergibt sich ein anderes Bild. Bei den Kniegelenken, die eine isolierte Arthrosis patellae aufweisen, liegt zu 40 % eine Patella alta vor, während zu 60 % ein Normalstand der Patella vorhanden ist. Dieses Resultat stimmt exakt mit den von Bandi angegebenen Prozentsätzen überein.

Bei den Kniegelenken, bei denen nach den OP-Berichten eine beginnende Panarthrose erkennbar gewesen ist, sind Patellahochstand und Patellatiefstand jeweils zu 9,5 % vorhanden. 81 % der Patellen weisen einen Normalstand auf. Dieses Ergebnis weicht also von Bandis Angaben über die Chondromalacia patellae deutlich ab. Es ist aber zu berücksichtigen, daß Bandi nur Patienten mit einem isolierten chondromalazischen Befall der Patella untersucht hat. Diese Voraussetzung ist bei den untersuchten Kniegelenken der Gruppe 2 nicht gegeben, da auch andere Gelenkflächen beginnende arthrotische Veränderungen zeigen.

b) nach J.S. Blackburne und T.E. Peel

Die Bestimmung des Patellastandes nach dieser neueren Methode ergibt in 88 % der 42 Fälle einen Normalstand, zu 5 % einen Hochstand und zu 7 % einen Tiefstand der Patella. Dieses Ergebnis weicht im wesentlichen nicht von dem anderen Resultat, das nach der Methode von Insall und Salvati ermittelt worden ist, ab.
Beim Vergleich der Ergebnisse für die zwei Patientengruppen ergibt sich kein wesentlicher Unterschied. Nach Blackburne und Peel liegen bei den isolierten Retropatellararthrosen 90 % Normal- und 10 % Hochstände vor, während Kniegelenke mit beginnender Gonarthrose zu 88 % Patellanormalstände, zu 3 % Hoch- und zu 9 % Tiefstände aufweisen.

c) Vergleich beider Methoden

Im wesentlichen sind zwei Aspekte beim Vergleich beider Methoden herauszustellen:

1. Beide Verfahren führen bei der Auswertung des gleichen Röntgenbildes zu verschiedenen Ergebnissen bezüglich des Patellastandes.

2. Der deutliche Unterschied in den Ergebnissen zwischen den beiden Gruppen von Behandlungs-

fällen, der sich nach der Methode von Insall und Salvati ergibt, wird durch die Methode von Blackburne und Peel nicht bestätigt. Hierbei sind die hohen Prozentsätze von 90 % bzw. 88 % an Patellanormalständen auffallend.

d) Bedeutung des Patellastandes als prädisponierender Faktor für die Entstehung einer Retropatellararthrose

Bandi stellt heraus, daß die Druckkräfte auf die Patella bei Kontraktion des Kniegelenkes bei einem Patellahochstand erheblich höher sind als bei einer normal stehenden Patella. Diese Erhöhung der Druckkräfte tritt besonders bei stärkerer Beugung des Gelenkes auf, und zwar bei Beugegraden zwischen 70° und 120°. Die Druckkrafterhöhung auf die Patellarückfläche beträgt dann nach Bandi zwischen 20 % und 40 %. Da aber gerade diese Druckkräfte für die Ausbildung einer Arthrose eine wesentliche Bedeutung besitzen, liegt es nahe, somit den Patellahochstand, der infolge der hohen Druckkräfte zu einer Fehlbelastung führt, als prädisponierenden Faktor herauszustellen.
Neuere Untersuchungen von H. Waisbrod und N. Treiman aus dem Jahre 1979 haben aber unter anderem ergeben, daß bei Kniegelenken, die retropatelläre Defekte (Chondromalazie Grad 1 - 3 oder Retropatellar-

arthrose) aufweisen, ein erhöhter Prozentsatz von Patellahochständen nicht nachweisbar ist. Unsere Ergebnisse bestätigen diese Meinung dadurch, daß bei der statistischen Auswertung unserer Ergebnisse für den Patellastand keine signifikanten Unterschiede zwischen Kniegelenken mit normalen und arthrotisch veränderten Kniescheiben feststellbar sind.

2. Patella-Index

Zwischen der Größe des Patella-Indexes und einer Retropatellararthrose sind nach unseren Untersuchungen keine Kausalzusammenhänge feststellbar. Brattström gibt als Normalwert für das Verhältnis zwischen der Größe der lateralen Patellafacette zur medialen Facette den Bereich von 1 - 1,75 an. Alle von uns ermittelten Werte liegen in diesem Bereich bei einem Mittelwert von 1,31. Brattström sieht in einem erhöhten Patellaindex ein erhöhtes Risiko für die Entstehung eines retropatellaren Schadens, also insbesondere einer Chondromalazie oder einer Retropatellararthrose. Ein erhöhter Patellaindex ist gleichbedeutend damit, daß die mediale Facette im Vergleich zur lateralen relativ klein ist. Diese Verhältnisse liegen vor allem bei laterial subluxierten Patellen vor (Bandi, Brattström).

3. Patella-Tiefenindex

Bei 40 % der von uns ausgewerteten Röntgenbildern lag der Patella-Tiefenindex im Normbereich. 35 % der Werte lagen über der Norm und 25 % darunter, der Mittelwert betrug 4,22. Die Varianzanalyse ergab bezüglich des Patellatiefenindexes keine Signifikanz.

4. Patella-Öffnungswinkel

Der Mittelwert für den Öffnungswinkel der Patella betrug 126°, wobei Ficat und Bizou Werte zwischen 120° und 140° als normal beurteilen. In diesem Bereich lagen 70 % der Meßwerte. 5 % lagen über diesem Normbereich, 25 % der Werte waren kleiner als 120°. Diese Ergebnisse zeigen, daß eine Tendenz zu niedrigeren Werten bei Patellen mit einer Arthrose besteht. Bei der Einteilung der Kniescheiben in die verschiedenen Typen nach Wiberg kommt dem Patella-Öffnungswinkel die entscheidende Bedeutung zu. Diese Beurteilung der Patellaform ist später noch eingehend zu diskutieren.

5. Tiefenindex des Patellagleitlagers

Als Normbereich geben Ficat und Bizou das Spektrum von 4,2 - 6,5 an. Demnach lagen bei unseren Messungen 55 % der Werte in diesem Bereich. 45 %

waren größer als 6,5, und kein Wert war geringer. Es ergab sich ein Durchschnittswert von 6,39. Ein Unterschied zwischen beiden Gruppen ergab sich nicht. Bei der statistischen Auswertung konnte die Signifikanz unserer Ergebnisse bestätigt werden. Diese Verschiebung zu größeren Werten bedeutet, daß die Fossa intercondyloidea bei Kniegelenken mit arthrotisch veränderter Patellarückfläche stärker abgeflacht ist als das normalerweise der Fall ist.
Eine Vergrößerung des Tiefenindexes des Patellagleichtlagers stellt eine Fehlbelastung des Kniegelenkes in der Form dar, daß die sichere Führung der Patella durch ihr Gleitlager nicht mehr unbedingt gewährleistet ist (Brattström). Dieser Aspekt ist vor allem bei der Diskussion der Patellasubluxation und Luxation von großer Bedeutung. Die Verschiebung des Tiefenindexes des Patellagleitlagers zu größeren Werten führt also zu einer verringerten Stabilität der Patellaführung bei der Beugung des Gelenkes. Diese Tatsache begünstigt nach unseren Meßwerten die Entstehung einer retropatellaren Arthrose.

6. Öffnungswinkel des Femur

Dieser Winkel dient ebenso wie der Tiefenindex des Patellagleitlagers zur Beschreibung der Femurkon-

dylen und der Fossa intercondyloidea. Brattström ermittelte hier einen Normbereich für diesen Winkel von 141° 29' bis 143° 29'. Die von uns ermittelten Werte weisen jedoch teilweise erhebliche Abweichungen von diesem Bereich auf. Der Mittelwert liegt zwar mit 142° in diesem Bereich, doch zeigt der hohe Wert für die Standardabweichung von 8°, daß die Meßwerte doch in einem großen Streufeld um diesen Mittelwert liegen. Insgesamt sind nur 10 % der Meßwerte in dem von Brattström angegebenen Normbereich. 50 % der Werte liegen oberhalb der Norm und 40 % darunter. Auffallender ist die Tendenz zu größeren Öffnungswinkeln in der Gruppe der isolierten Retropatellararthrosen. Hier liegen 14 % der Werte im Normbereich, 57 % darüber und 29 % darunter. Der Mittelwert beträgt hier 145°.

Die zweite Gruppe der Behandlungsfälle läßt kein auffallendes Ergebnis erkennen. Über dem Normbereich liegt die gleiche Anzahl an Werten wie darunter. Statistisch war keine Signifikanz der Meßwerte nachweisbar.

Entsprechend der Ergebnisse des Tiefenindexes des Patellagleitlagers hätte man eine deutlichere Tendenz zu größeren Werten bei dem Öffnungswinkel erwarten können, weil eine Abflachung der Fossa intercondyloidea zu größeren Öffnungswinkeln führt. Unsere Resultate bzgl. des Femuröffnungswinkels bestätigen

nicht die Aussage, daß eine flache Fossa intercondyloidea gehäuft bei Retropatellararthrosen gefunden wird.

7. Merchant-Winkel

Nach den Untersuchungen von Merchant liegt eine pathologische Lateralisation der Patella vor, wenn der Merchant-Winkel größer als 16° ist. Keiner unserer Meßwerte erfüllt diese Bedingung.
Bezüglich des Merchant-Winkels sind folglich bei Kniegelenken mit einer Arthrosis patellae keine Besonderheiten feststellbar. Dementsprechend ergab sich bei der Varianzanalyse keine Signifikanz unserer Meßwerte.

8. Winkel zwischen ventraler Kondylengeraden und horizontaler Geraden durch den tiefsten Punkt der Fossa intercondyloidea (Cp)

Dieser Winkel, den Brattström eingeführt und mit Cp bezeichnet hat, beschreibt ebenso wie der Tiefenindex und der Öffnungswinkel die Morphologie des Patellagleitlagers. Der Winkel Cp ist jedoch der einzige Parameter, der allein von der relativen Höhe des lateralen Femurkondylus zum medialen abhängig ist. So ist die Größe dieses Winkels ein

Maß für die Dysplasie des lateralen Femurkondylus. Veränderungen des Gleitlagers der Patella aufgrund von einer Anhebung der Fossa intercondyloidea bzw. proportional gleichem Abbau des medialen und lateralen Kondylus führen zu keiner Änderung des Winkels Cp. Diese Tatsache erlaubt eine differenziertere Beurteilung etwaiger degenerativer Erscheinungen im Bereich der Femurkondylen. Brattström ist es somit gelungen, neben der Existenz von Dysplasien im Bereich der Fossa intercondyloidea auch deren vornehmliche Lokalisation im Bereich des lateralen Kondylus aufzuzeigen. Bei 100 Patienten mit unauffälligen Kniegelenken hat er Winkel zwischen ca. 5° und ca. 7° gemessen. Er gibt zwar einen geringgradig engeren Normbereich an, doch erscheint es uns durchaus sinnvoll, aufgrund der Meßgenauigkeit unserer Auswertungen diesen Bereich zwischen 5° und 7° als Maßstab zu verwenden. Zu 65 % sind die von uns gemessenen Winkel kleiner als 5°, 15 % der Werte liegen im Normbereich, und 20 % sind größer als 7°. Der Mittelwert beträgt $4{,}35^{\circ}$ bei einer Standardabweichung von $4{,}89^{\circ}$. Die statistische Auswertung ergab eine signifikante Häufung kleiner Winkel bei Kniegelenken mit einer Arthrosis patellae. Da relativ kleine Winkel daraus resultieren, daß der laterale Kondylus in Relation zum medialen

gegenüber der Norm abgeflacht ist, deutet der hohe Prozentsatz von 65 % der vermessenen Kniegelenke darauf hin, daß vor allem am laterialen Kondylus degenerative Prozesse stattgefunden haben. Insofern wird die bereits aufgestellte These über eine Abflachung des Patellagleitlagers (siehe Diskussion des Tiefenindexes des Patellagleitlagers) durch die durchschnittlich verringerte Größe des Winkels Cp bestätigt. Außerdem ist vor allem der laterale Kondylus als Hauptursache für die Abflachung der Fossa intercondyloidea anzusehen. Die sehr hohe Standardabweichung von 4,89° zeigt aber sehr deutlich, daß die Meßwerte in einem breiten Spektrum liegen, Der größte Wert beträgt 17°, während die kleinsten Werte mit -1° und - 9° sogar eine Umkehr der Größenverhältnisse zwischen medialem und lateralem Femurkondylus erkennen lassen. In diesen zwei Fällen ist der mediale Kondylus höher als der laterale, so daß ein nach medial offener Winkel Cp entsteht.

Die Dysplasieformen der Patella

Seitdem Wiberg 1941 erstmals eine Einteilung der verschiedenen Patellaformen in verschiedene Typen vorgenommen hat, ist dieses Thema besonders kontrovers diskutiert worden. Es stellt sich die Frage, inwieweit dysplastische Patellaformen als ätiologischer Faktor für die Arthrosen des Kniegelenkes und somit auch für die Retropatellararthrose eine wesentliche Bedeutung haben.

Für die Einteilung der Patellaformen nach Wiberg ist das Verhältnis von der medialen zur lateralen Facette das entscheidende Kriterium. Bei einer normalen Patella beträgt nach Wiberg der Winkel zwischen den Facetten 120° - 140°, wobei die Facetten in etwa die gleiche Größe haben. Diese normalen Patellen entsprechen dem Wiberg Typ I. Mit kleiner werdendem Patellaöffnungswinkel steigt der Dysplasiegrad der Kniescheibe. So sind Patellen mit einem Öffnungswinkel von 110°-120° dem Wiberg Typ II zuzuordnen. Ein Öffnungswinkel zwischen 90° und 110° kennzeichnet Kniescheiben des Wiberg Typs III.

Wiberg hat in eigenen Untersuchungen ermittelt, daß bei Kniegelenken, deren Patellen eine Chondromalazie oder Arthrose aufgewiesen haben, also einen retropatellaren Defekt, eine signifikante Anhäufung der dysplastischen Formen Wiberg II und Wiberg III vorzufinden. Wiberg gibt dabei folgende Häufigkeitsverteilung bei chondromalazisch befallenen Patellen an: 12 % Typ I, 84 % Typ II und 4 % Typ III.
Die von uns untersuchten Patellen gehören zu 75 % dem Wiberg Typ I, zu 20 % zu Wiberg Typ II und zu 5 % dem Wiberg Typ III an. Es ist also ein gehäuftes Auftreten der dysplastischen Patellen des Typs II nicht nachweisbar.
Als Hauptursache für das gehäufte Auftreten von Knorpelläsionen nennt Wiberg den steilen Verlauf der medialen Facette bei den höheren Wiberg-Typen. Durch den steileren Verlauf der medialen Facette wirke ein höherer Druck auf die Patella als bei größerem Patellaöffnungswinkel und somit flacherem Verlauf. Diese Tatsache führt Wiberg als Ursache für einen daraus resultierenden retropatellaren Schaden an. Wiberg bezieht sich dabei vornehmlich auf chondromalazische Veränderungen, die einer Arthrose der Patella vorausgehen.
Die Aussage Wibergs, daß bei steilem Verlauf der medialen Facette aufgrund des erhöhten Druckes

Knorpelläsionen entstehen, muß auch durch die Untersuchungen von Harrison als widerlegt gelten. Er ist nämlich zu dem Ergebnis gekommen, daß auch nicht druckbelastete Knorpelbereiche anfällig sind gegenüber degenerativen Prozessen. Diese Erkenntnis wird durch die Untersuchungen von Bandi und Ficat bestätigt, die an der Patella eine Zone des Unterdruckes an der medialen und einen Überdruckbereich an der lateralen Facette beschreiben. Somit können Druckkräfte für eine Alteration der medialen Patellafacette nicht verantwortlich gemacht werden. Außerdem erklärt diese Tatsache die besondere Anfälligkeit des Patellafirstes gegenüber degenerativen Erscheinungen, da hier relativ starke Scherkräfte als Folge des Überganges von der Zone geringen Druckes zur Zone hohen Druckes vorhanden sind.

Diese Belastungen der Patellarückfläche sind bei höheren Wiberg Typen tatsächlich größer als bei der normalen Patella des Typs I. Demnach wäre also ein gehäuftes Vorkommen der höheren Wiberg Typen bei Kniegelenken mit einer Retropatellararthrose zu erwarten, wie das Wiberg, Baumgartl und Ficat fordern. Unsere Ergebnisse bestätigen diese Ansicht nicht.

In letzter Zeit ist die Bedeutung der dysplastischen Patellaformen für das Auftreten degenerativer Erscheinungen an der Patella allerdings von einer Reihe

von Autoren anders beurteilt worden.

Mohing führt als wesentliche prädisponierende Faktoren für die Entstehung einer Arthrose an:

1. statisch-funktionelle Faktoren wie z.B. die habituelle Patellaluxation.

2. Inkongruenzen zwischen Patella und Femurkondylen

3. traumatische Geschehen

4. eine funktionelle Minderbeanspruchung des Gelenkes durch Ruhigstellung. Bei Remobilisierung treten nach Mohings Untersuchungen häufig Knorpelrupturen als Folge der verminderten Blutversorgung durch eine längere Ruhigstellung auf.

Der 2. ätiologische Faktor (Inkongruenzen zwischen Patella und Femurkondylen) soll im folgenden kurz erläutert werden.

Diese Inkongruenzen sind aber nicht allein auf die Patellaform zurückzuführen, sondern bedürfen ebenfalls einer Beurteilung des Patellagleitlagers und dem Verhältnis beider Strukturen, Patella und Gleitlager, zueinander. Mit der Dysplasie des Patellagleitlagers hat sich Brattström eingehend beschäftigt und diese dysplastischen Formen beschrieben. Damit sollte der Beweis erbracht werden, daß nicht die

Patella allein in ihrer Form variabel ist, wie dies früher behauptet worden ist (Sorrell 1942, Trevor 1957). Jüngste Untersuchungen von H. Waisbrod und N. Treiman (1980) haben bei der röntgenologischen Beurteilung von Kniegelenken mit einem retropatellaren Defekt keine häufung der dysplastischen Patellaformen erkennen lassen. Zu diesem Resultat ist auch schon vorher Outerbridge gekommen.
Unsere Untersuchungen bestätigen dieses Ergebnis. Zusammenfassend läßt sich also sagen, daß die Dysplasie der Patella für die Entstehung einer retropatellaren Arthrose kein entscheidender prädisponierender Faktor ist.

Schlußfolgerung:

Signifikant von der Norm abweichende Meßergebnisse ergaben sich lediglich bei zwei Parametern, und zwar dem Tiefenindex des Patellagleitlagers und den Winkeln Cp des Patellagleitlagers. Diese beiden Parameter sind für die Beschreibung der morphologischen Abweichungen bei einer Arthrosis patellae nützlich.

Diskrete, aber nicht signifikante Abweichungen zeigten der Patellastand und der Patellatiefenindex. Die Meßwerte der restlichen Parameter wichen nur in geringem Maße von der Norm ab.

Dementsprechend ergaben sich für sämtliche Parameter mit Ausnahme der Tiefenindices und der Winkel Cp des Patellagleitlagers keine statistisch nachweisbaren signifikant von der Norm abweichenden Resultate. Morphologische Abweichungen können folglich durch diese Parameter, deren Meßwerte keine signifikanten Unterschiede zwischen normalen und arthrotisch veränderten Kniegelenken ergaben, nicht beschrieben werden.

Zusammenfassung

Diese Arbeit hat als Hauptgegenstand die Beurteilung der Morphologie von Patella und Fossa intercondyloidea als prädisponierende Faktoren für die Retropatellararthrose.
Um die Patella und die Femurkondylen in ihrer Form hinreichend zu beschreiben, ist es erforderlich, Röntgenbilder auszuwerten, die das Kniegelenk in zwei verschiedenen Ebenen darstellen. Zu diesem Zweck sind Lateralaufnahmen und Tangentialaufnahmen der Kniegelenke ausgewertet worden. Es wurden 42 Kniegelenke untersucht, die eine Arthrosis patellae aufwiesen.

Kriterien zur Beurteilung von Formabweichungen der Patella sowie der Femurkondylen sind folgende Parameter:

1. der Patellastand
   a) nach Insall und Salvati
   b) nach Blackburne und Peel
2. der Patellaindex
3. der Patellatiefenindex
4. der Patellaöffnungswinkel
5. der Tiefenindex der Fossa intercondyloidea
6. der Femuröffnungswinkel
7. der Merchant-Winkel
8. die Einteilung der Patellaformen in Wiberg-Typen

9. der Winkel zwischen ventraler Kondylengeraden und horizontaler Geraden durch den tiefsten Punkt der Fossa intercondyloidea (Winkel Cp)

Bei den Parametern, deren Meßwerte bei Kniegelenken mit einer Arthrosis patellae zu einem höheren Prozentsatz von der Norm abwichen als dies bei normalen Kniegelenken der Fall ist, ergaben sich folgende Ergebnisse:

a) Tiefenindex der Fossa intercondyloidea

über dem Normbereich	45 %
im Normbereich	55 %
unter dem Normbereich	0 %

b) Winkel zwischen ventraler Kondylengeraden und horizontaler Geraden durch den tiefsten Punkt der Fossa intercondyloidea

über dem Normbereich	20 %
im Normbereich	15 %
unter dem Normbereich	65 %

Bei der Untersuchung der Patellen konnten wir keine statistisch signifikante Häufung von pathologischen Formen bei Kniegelenken mit Arthrose der Patellarückfläche nachweisen. Die Abweichungen der Meßwerte von

den Normbereichen ließen zwar bei einigen Parametern Tendenzen erkennen (Patellastand, Patellatiefenindex), doch waren diese Abweichungen zu gering, um statistisch nachweisbar zu sein. So können wir Mohings Aussage bestätigen, daß die Patellaform möglicherweise einen Einfluß auf die Entstehung einer Retropatellararthrose habe, aber andere Faktoren entscheidender seien. Dieser Aspekt wurde bei der Diskussion der Patellaformen nach Wiberg behandelt. Da neben der Patella auch das Gleitlager der Kniescheibe, die Fossa intercondyloidea, für etwaige Inkongruenzen der Gelenkflächen des femoropatellaren Gelenkes verantwortlich sein kann, muß diese Struktur ebenfalls untersucht werden, um festzustellen, ob aufgrund von Dysplasien des Gleitlagers Arthrosen der Patella begünstigt werden. Die ser Aspekt ist bei der Diskussion über den Einfluß von Fehlbelastungen als ätiologischer Faktor für die Entstehung einer Arthrosis patellae lange Zeit nicht berücksichtigt worden, da zwar verschiedene Formen der Patella beschrieben worden sind, aber Dysplasien des Gleitlagers unbekannt gewesen sind. 1964 hat Brattström in seinen Veröffentlichungen über die Patellasubluxation nachgewiesen, daß das Patellagleitlager ebenso wie die Patella Formveränderungen unterworfen ist.

Unsere Meßwerte zur Beschreibung des Gleitlagers ließen erkennen, daß sie in vielen Fällen deutlich flacher war

als dies bei gesunden Kniegelenken der Fall ist. Diese Aussage stützt sich vornehmlich auf die Tiefenindices und die Winkel Cp des Patellagleitlagers. Bei den Öffnungswinkeln war diese Tendenz nicht signifikant.

Da aufgrund eines flacheren Gleitlagers die Führung der Patella bei Beugung des Kniegelenkes nicht mehr so sicher wie im Normalfall gewährleistet ist, scheint diese schlechtere Führung die Entstehung einer Arthrose im retropatellaren Bereich zu unterstützen. Somit stellt das Patellagleitlager häufiger einen prädisponierenden Faktor für die Entstehung einer Arthrosis patellae dar als die Dysplasie der Patella selbst.

Tabellarischer Anhang

Tabelle 1: Bestimmung der Patellaposition nach J. Insall und E. Salvati

	Pat.	$\frac{LT}{LP}$	Patellastand
Gruppe I	1	1,437	Hoch
	2	1,18	Normal
	3	1,13	Normal
	4	1,15	Normal
	5	1,12	Normal
	6	1,24	Hoch
	7	1,29	Hoch
	8	1,29	Hoch
	9	1,04	Normal
	10	0,94	Normal
Gruppe II	11	0,98	Normal
	12	1,15	Normal
	13	0,94	Normal
	14	0,93	Normal
	15	0,78	Tief
	16	0,78	Tief
	17	1,03	Normal
	18	1,04	Normal
	19	0,88	Normal
	20	1,0	Normal
	21	1,02	Normal

	Pat.	$\frac{LT}{LP}$	Patellastand
Gruppe II	22	0,89	Normal
	23	1,11	Normal
	24	0,8	Normal
	25	0,98	Normal
	26	1,46	Hoch
	27	0,92	Normal
	28	0,95	Normal
	29	1,11	Normal
	30	1,0	Normal
	31	0,94	Normal
	32	1,05	Normal
	33	1,02	Normal
	34	0,68	Tief
	35	1,31	Hoch
	36	1,37	Hoch
	37	1,0	Normal
	38	0,89	Normal
	39	0,81	Normal
	40	1,07	Normal
	41	1,02	Normal
	42	1,09	Normal

Tabelle 2: Bestimmung der Patellaposition nach J.E. Blackburne und T.E. Peel:

	Pat.	$\frac{A}{B}$	Patellastand
Gruppe I	1	0,84	Normal
	2	0,95	Normal
	3	0,75	Normal
	4	0,86	Normal
	5	0,84	Normal
	6	0,73	Normal
	7	0,75	Normal
	8	0,86	Normal
	9	1,06	Hoch
	10	0,86	Normal
Gruppe II	11	0,69	Normal
	12	0,85	Normal
	13	0,79	Normal
	14	0,61	Normal
	15	0,61	Normal
	16	0,83	Normal
	17	0,64	Normal
	18	0,93	Normal
	19	0,86	Normal
	20	1,0	Normal
	21	0,98	Normal

	Pat.	$\frac{A}{B}$	Patellastand
Gruppe II	22	0,68	Normal
	23	0,8	Normal
	24	0,94	Normal
	25	0,5	Tief
	26	1,17	Hoch
	27	0,86	Normal
	28	0,74	Normal
	29	0,7	Normal
	30	0,75	Normal
	31	0,77	Normal
	32	0,74	Normal
	33	0,81	Normal
	34	0,52	Tief
	35	0,78	Normal
	36	0,83	Normal
	37	0,51	Tief
	38	0,77	Normal
	39	0,8	Normal
	40	0,94	Normal
	41	0,94	Normal
	42	1,0	Normal

Tabelle 3: Bestimmung des Patellaindexes nach Ficat und Bizou:

	Pat.	$\frac{RL}{RM}$
Gruppe I	1	1,57
	2	1,11
	3	1,43
	4	1,26
	5	1,03
	8	1,21
	9	1,58
Gruppe II	13	1,22
	16	1,32
	24	1,44
	27	1,17
	28	1,26
	31	1,11
	32	1,07
	35	1,27
	36	1,18
	37	1,11
	39	1,21
	40	1,63
	41	1,18

Tabelle 4: Bestimmung des Patellatiefenindexes nach Ficat und Bizou:

	Pat.	$\frac{LM}{H}$
Gruppe I	1	5,5
	2	3,33
	3	4,17
	4	3,46
	5	3,65
	8	4,0
	9	5,11
Gruppe II	13	2,74
	16	3,57
	24	5,89
	27	4,6
	28	4,23
	31	4,17
	32	4,0
	35	7,18
	36	4,48
	37	3,64
	39	4,93
	40	2,81
	41	2,93

Tabelle 5: Bestimmung des Patellaöffnungswinkels nach Ficat und Bizou:

	Pat.	LRM
Gruppe I	1	137°
	2	118°
	3	125°
	4	119°
	5	123°
	8	127°
	9	138°
Gruppe II	13	125°
	16	122°
	24	146°
	27	133°
	28	129°
	31	130°
	32	125°
	35	132°
	36	132°
	37	116°
	39	135°
	40	106°
	41	111°

Tabelle 6: Bestimmung des Tiefenindexes der Fossa intercondyloidea nach Ficat und Bizou:

	Pat.	$\frac{L' M'}{H'}$
Gruppe I	1	9
	2	5,71
	3	5,38
	4	6,33
	5	6,63
	8	6,0
	9	7,0
Gruppe II	13	4,7
	16	6,71
	24	9
	27	6,63
	28	6,14
	31	5,31
	32	5,44
	35	7,86
	36	4,4
	37	4,5
	39	6,25
	40	8,22
	41	6,6

Tabelle 7: Bestimmung des Femuröffnungswinkels nach Brattström:

	Pat.	L'C M'
Gruppe I	1	156°
	2	138°
	3	139°
	4	146°
	5	145°
	8	143°
	9	147°
Gruppe II	13	132°
	16	148°
	24	155°
	27	146°
	28	144°
	31	137°
	32	139°
	35	132°
	36	129°
	37	130°
	39	142°
	40	150°
	41	145°

Tabelle 8: Bestimmung des Merchant-Winkels:

	Pat.	Winkel nach Merchant
Gruppe I	1	0°
	2	0°
	3	- 18°
	4	0°
	5	0°
	8	0°
	9	- 25°
Gruppe II	13	- 6°
	16	- 13°
	24	0°
	27	- 16°
	28	- 56°
	31	- 9°
	32	- 11°
	35	- 34°
	36	- 66°
	37	- 73°
	39	- 15°
	40	- 58°
	41	- 34°

Tabelle 9: Einteilung der Patellen nach Wiberg-Typen:

	Pat.	Patellaöffnungswinkel	Wiberg-Typ
Gruppe I	1	137°	Patella bipartita
	2	118°	II
	3	125°	I
	4	119°	II
	5	123°	I
	8	127°	I
	9	138°	I
Gruppe II	13	125°	I
	16	122°	I
	24	146°	
	27	133°	I
	28	129°	I
	31	130°	I
	32	125°	I
	35	132°	I
	36	132°	I
	37	116°	II
	39	135°	I
	40	106°	III
	41	111°	II

Tabelle 10: Bestimmung des Winkels zwischen ventraler Kondylengeraden und horizontaler Geraden durch den tiefsten Punkt der Fossa intercondyloidea (Brattström):

	Pat.	Cp
Gruppe I	1	2°
	2	17°
	3	4°
	4	4°
	5	- 1°
	8	4°
	9	3°
Gruppe II	13	7°
	16	3°
	24	3°
	27	3°
	28	2°
	31	6°
	32	8°
	35	- 9°
	36	4,5°
	37	4°
	39	5°
	40	7°
	41	10,5°

Literaturverzeichnis

Axhausen, G. — Über die Entstehung der Randwülste bei der Arthritis deformans Virchows Arch. path.Anat.255, 144 (1925)
Zur Pathogenese der Arthritis deformans.Arch.Orth.Unfall-Chir. 1922 20,1.

Bandi, W. — Über die Ätiologie der Osteochondrodissecans.Helv.chir.Acta 18, 221(1951)
Chondromalacia patellae u. femoropatellare Arthrose. Ätiologie, Klinik, Therapie (Schwabe & Co. Verlag 1972)
Die retropatellaren Kniegelenkschäden

Baumgartl, H. — Das Kniegelenk. Springer Verlag, Berlin 1964

Blackburne, J.S. und Peel, T.E. — A new method of measuring patellar-height. J. Bone Joint Surg.(Br) 59(2): 241 - 2, May 77

Blumensaat, G. — Patella partita traumatische Spaltpatella. Patellarfraktur Arch. Orth.Unfall Chir. 1932,32.263

Brattström, H. — Shape of the inter condylar groov normally and in recurrent dislocation of patella. Acta Orthop.Scand.1964 supp.68

Ficat, P. — Pathologie fémoro-patellaire. Masson u. Cie. Paris 1970

Ficat, P. und Bizou, H. — Luxations récidivantes de la rotule. Rev.Orthop. 53, 721 (1967

Fründ, H. — Traumatische Chondropathie der Patella, ein selbständiges Krankheitsbild.Zbl.Chir. 53, 707 (192

Fürmaier, A. — Beitrag zur Ätiologie der Chondr pathia patellae.Arch.orthop. Unfall-Chir. 46, 178 (1953)
Beitrag zur Mechanik der Patella und des Kniegelenkes. Arch.ortho Unfall-Chir. 46, 78 (1953)
Beitrag zur Ätiologie und Therap der habituellen Kongenitalen Patellarluxation. Arch.orthop. Unfall-Chir. 46, 380 (1954)

Gruether, H. Untersuchungen zum Patellarhinterwandschaden. Z.Orthop. 91, 486 (1959)

Gschwend, N. und Bischofsberger, R.J. Die Chondropathia patellae. Praxis 60, 562 (1971).

Insall, J. und Salvati, E. Patella position in the normal knee joint. Radiology 101: 101-4, Oct.71

Insall,Goldberg,Salvati Recurrent dislocation and the high-riding patella. Chir.Orthop. 88: 67-9, 1972

Kollegium Biomathematik NW Biomathematik für Mediziner, Springer Verlag

Largier, R. Anatomo-pathologie de la gonarthrose, in: Nicod (36), Seite 12 - 35

Merchant Clin. Orthop. 56, 1391 1974

Mohing, W. Die Arthrose des Kniegelenkes im Klimakterium. Z. Orthop. 98, 224 (1963).
Die sekundäre Arthrosis deformans des Kniegelenkes. Habilitationsschrift (1963)
Die Arthrosis deformans des Kniegelenkes.

Outerbridge, R.E. The etiology of chondromalacia patellae. J. Bone Jt. Surg. 43-B 752 (1961)
Further studies on the etiology of chondromalacia patellae.
J. Bone Jt. Surg. 46-B, 179 (1964)

Schneider, G. Die Früharthrose im Femoropatellargelenk des Leistungssportlers. Ein Beitrag zur Pathogenese degenerativer Gelenkserkrankungen.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 54. 401 (1968).

Uehlinger, E. Die pathologische Anatomie der traumatischen Arthrose.
35 Tgg. dtsch.Ges.Unfallheilk., Freiburg/Br. 1971.H.Unfallheilk. 110, 111-123

Viernstein, K. und Weigert, M. — Chondromalacia patellae beim Leistungssportler. Z.Orthop. 104. 432 (1969)

Waisbrod, H., Treiman,N. — Anterior Displacement of Tibial Tuberosity for Patellofemoral Disorders
Clinical Orthopaedics and Related Research Nov.-Dez. 1980, S. 180-182

Wiberg, G. — Roentgenographie and anatomics studies on the femoropatellar joint with special reference to chondromalacia patellae. Acta orthop. scand. 12, 319-410 (1941)

Martin Kleine

Arnsberg, den 29.6.1983

LEBENSLAUF

Name	Martin Kleine
Wohnung	Goethestraße 25, 5760 Arnsberg 1
Geburtstag	16. Juli 1958
Geburtsort	Arnsberg
Glaubenszugehörigkeit	römisch-katholisch
Familienstand	ledig
Eltern	Johannes Kleine, Kaufmann und Ehefrau Marianne, geb. Kretschmer
Geschwister	1 Bruder
Schulbildung	von 1965 - 1968 Grundschule Grimme-Schule, 5760 Arnsberg 1, von 1968 - 1977 Franz-Stock-Gymnasium, 5760 Arnsberg 1
Berufsausbildung	Studium der Zahnheilkunde seit 1977 an der Universität Düsseldorf, Staatsexamen Oktober 1982

Arnsberg, den 29.6.1983

Kleine

Dirk Specht

Wuppertal, den 29.6.1983

LEBENSLAUF

Name	Dirk Specht
Wohnung	Friedrich-Engels-Allee 214, 5600 Wuppertal 2
Geburtstag	28. April 1957
Geburtsort	Wuppertal
Glaubenszugehörigkeit	evangelisch
Familienstand	ledig
Eltern	Paul Specht, Sachverständiger für das Kfz-Wesen und Ehefrau Maria, geb. Kaiser
Geschwister	2 Schwestern, 1 Bruder
Schulbildung	von 1964 - 1967 Grundschule Emilienstraße, 5600 Wuppertal 2, von 1967 - 1976 Städt. Gymnasium an der Siegesstraße, 5600 Wuppertal 2
Berufsausbildung	Studium der Zahnheilkunde seit 1976 an der Universität Düsseldorf, Staatsexamen im Oktober 1982

Wuppertal, den 29.6.1983